

01674



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

MAESTRIA EN CIENCIAS DE SALUD Y PRODUCCION ANIMAL

RELACION ENTRE EL ORDEN DE ENTRADA A LA PRENSA Y EL
COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO BAJO DOS DIFERENTES
MODELOS DE SINCRONIZACION EN GANADO CEBU

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS

P R E S E N T A :

NURIA ISABEL ACEVEDO ROJAS

TUTOR: DR. CARLOS S. GALINA HIDALGO

COMITE TUTORAL: DRA. TERESA SANCHEZ TORRES
DR. ANTONIO PORRAS ALMERAYA

MEXICO, D.F.

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

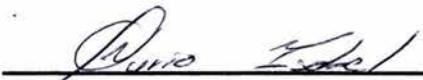
DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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.

DECLARACIÓN

La autora da consentimiento a la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México para que la tesis esté disponible para cualquier tipo de reproducción e intercambio bibliotecario.



MVZ. NURIA ISABEL ACEVEDO ROJAS

DEDICATORIA

A Emilio por ser el latido de mi corazón y el inductor automático de sonrisas

A Alfredo por ser tan buen amigo y esposo

A Javier, Irene, Jani y Ariadna porque siempre han estado amorosos para mí y ser
mi auténtica familia

A todos mis amigos

AGRADECIMIENTOS

A la FMVZ-UNAM por todas las facilidades prestadas en sus Centros de Enseñanza, Investigación y Extensión, Departamentos y Laboratorios

Al Dr. Carlos S. Galina Hidalgo por su cariño y confianza en la realización de este proyecto

Al Dr. Agustín Orihuela por su dedicación y apoyo

Al Dr. José Luis Dávalos Flores por sus palabras de aliento y buenas estrategias

A Alfredo Carranza por su empuje, paciencia y amor

A Verónica Martínez por ser compañera de trabajo con lluvia, cansancio y Sol, pero sobre todo ser la mejor de las amigas

A mi respetable Comité Tutoral y Jurado por sus críticas constructivas, buenos consejos y apreciables contribuciones para la elaboración y redacción de esta tesis

RESUMEN

Acevedo Rojas Nuria Isabel. "Relación entre el orden de entrada a la prensa y el comportamiento reproductivo bajo dos diferentes modelos de sincronización en ganado Cebú". Bajo la dirección del Dr. Carlos S. Galina Hidalgo, Dra. Teresa Sánchez Torres y MPA. Antonio Porras Almeraya.

Para estudiar la relación entre el orden de entrada a la manga y la conducta estral se utilizaron 17 vacas Brahman en pastoreo en el trópico las cuales fueron sincronizadas con un progestágeno más valerato de estradiol (CIDR) con un esquema escalonado (SE) (3 grupos sincronizados con días de diferencia) y homogéneo (SH) (un sólo grupo), en ambos casos observadas durante 100 h continuas para detección de calores, videograbando el orden que tomaban al entrar al corral, entrar a la manga y salir del corral 4 veces al día. Se observó que el grupo sexualmente activo puede ser afectado observándose como consecuencia un menor número de vacas en celo (35.3% vs 64.7%, $p=0.09$), menor número de interacciones sexuales (montas activas 1 ± 2 vs 7 ± 10 , $p=0.12$ y montas pasivas 4 ± 5 vs 21 ± 20 , $p=0.01$), mayor número de horas para la presentación de estro postretiro del implante, (141 ± 6 vs 27 ± 3 h, $p=0.01$) y menor duración de estro (19 ± 20 vs 34 ± 15 h, $p=0.01$) en la SE que en la SH. En el orden de entrada y salida no se observó diferencia entre las vacas que entraban al principio, intermedio o al final y si éstas se encontraban en celo o no ($p>0.05$) ni en el número de interacciones sexuales, aunque si se observó que este orden es repetible en cualquiera de las tres etapas. Se concluye que el orden de entrada a la manga es repetible y consistente independientemente de la etapa del ciclo estral en la que se encuentren y que las vacas que toman las posiciones finales expresan en mayor grado su conducta estral. Asimismo, que cuando se sincroniza el hato simultáneamente hay un efecto de facilitación social, acortando el intervalo del retiro del implante al inicio de estro, aumentando la homogeneidad en la respuesta, duración e intensidad estral.

Palabras clave: Orden, manejo, prensa, comportamiento reproductivo, sincronización, estro, CIDR, cebú

ABSTRACT

Acevedo Rojas Nuria Isabel. "Relationship between order of entry and sexual behavior under two different synchronization models in zebu cattle". Supervised by: Carlos S. Galina Hidalgo PhD, Teresa Sánchez Torres PhD y Antonio Porras Almeraya MPA.

In order to study the relationship between order of entry and sexual behavior 17 zebu cows were synchronized with a progestagen and oestradiol valerate (CIDR). In the first stage 3 groups were formed synchronizing them with 2 days of difference between groups (S1) and in the second stage as one group (S2), in both cases direct observation was carried out for 100 h, videorecording the order that the cows took to enter in the yard and in the shut, and to go out from the yard 4 times/day. It was found that the sexually active group may be affected observing a smaller number of cows in heat (35.3% vs 64.7%, $p=0.09$), a lower number of sexual interactions (active mounts 1 ± 2 vs 7 ± 10 , $p=0.12$ and passive mounts 4 ± 5 vs 21 ± 20 , $p=0.01$), longer periods from implant withdrawal to onset of estrus (141 ± 6 vs 27 ± 3 h, $p=0.01$) and shorter estrus length (19 ± 20 vs 34 ± 15 h, $p=0.01$) in S1 than in S2. In the order of entrance and way out no difference was observed among the cows that entered first, middle or last position neither if they were in estrus or not ($p>0.05$) nor in the number of sexual interactions, even though the order is repeatable. It is concluded that there is a repeatable order of entrance and it is consistent in any estrus stage and that the cows that take the last positions express larger episodes of sexual activity. Likewise, when synchronizing the herd simultaneously, a social facilitation effect is produced, shortening the interval from implant withdrawal to estrous onset, increasing homogeneity in the response, estrous intensity and duration.

Keywords: Order, handling, shut, reproductive behavior, synchronization, estrus, CIDR, zebu

ÍNDICE GENERAL

	Página
Declaración	I
Dedicatoria	II
Agradecimientos	III
Resumen	IV
Abstract	V
Índice General	VI
Lista de Cuadros	VII
Lista de Figuras	IX
Introducción	1
Revisión de Literatura	4
Objetivos	11
Hipótesis	12
Material y Métodos	13
Resultados	21
Discusión	26
Conclusiones	35
Cuadros	36
Figuras	44
Literatura Citada	49

LISTA DE CUADROS

		Página
Cuadro 1	Frecuencias del orden de entrada al corral y a la manga, y salida del corral en las vacas que mostraron o no signos de estro en la sincronización escalonada y homogénea.	36
Cuadro 2	Medianas que muestran la preferencia por una posición en la entrada al corral, entrada a la manga y salida del corral agrupando a las vacas por categorías.	37
Cuadro 3	Medias del número de montas activas y pasivas de las vacas que entraron al principio, intermedio o al final al entrar al corral, a la manga o al salir del corral.	38
Cuadro 4	Medias del número de intentos de montas activas y pasivas de las vacas que entraron al principio, intermedio o al final al entrar al corral, a la manga o al salir del corral.	39
Cuadro 5	Medias del número de topeteos activos y pasivos de las vacas que entraron al principio, intermedio o al final al entrar al corral, a la manga o al salir del corral.	40
Cuadro 6	Registro de las horas a presentación de estro posretiro del implante y de las horas de estro bajo el esquema de sincronización escalonada y homogénea.	41

Cuadro 7	Registro de las actividades de montas activas y pasivas, intentos de montas activos y pasivos y topeteos activos y pasivos bajo los esquemas de sincronización escalonada y/o homogénea.	42
Cuadro 8	Registro de las actividades de montas activas y pasivas, intentos de montas activos y pasivos y topeteos activos y pasivos por hora de presentación de estro bajo los esquemas de sincronización escalonada y/o homogénea.	43

LISTA DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Gráfica que muestra las frecuencias individuales del orden de entrada al corral de las vacas y su predilección por cierta categoría (principio, intermedio o final).	44
Figura 2	Gráfica que muestra las frecuencias individuales del orden de entrada a la manga de las vacas y su predilección por cierta categoría (principio, intermedio o final).	45
Figura 3	Gráfica que muestra las frecuencias individuales del orden de salida del corral de las vacas y su predilección por cierta categoría (principio, intermedio o final).	46
Figura 4	Esquema de sincronización escalonada y conducta estral en los tres grupos.	47
Figura 5	Esquema de sincronización homogénea y conducta estral.	48

Introducción

Los sistemas de producción de carne bovina se realizan en un 75% bajo condiciones de pastoreo en el trópico (SAGAR, 2000) donde las razas nativas son predominantemente una mezcla de cruza europeas e índicas criadas bajo condiciones ambientales críticas (Beal *et al.*, 1990). Este ganado (*Bos taurus* X *Bos indicus*) se caracteriza por su alta resistencia a la humedad, temperatura y parásitos (Pinheiro *et al.*, 1998).

Ancestralmente el comportamiento reproductivo se había desarrollado con un sólo objetivo: supervivencia. Antes de que ocurriera la extensión animal masiva de diferentes especies alrededor del mundo como parte de la comercialización y modernización de la ganadería, la mayoría de los animales nacían, crecían y se reproducían donde sus ancestros. Particularmente el comportamiento reproductivo bajo estas circunstancias estaba bien sincronizado y prácticamente sin variaciones anuales. Sin embargo por la intensa manipulación genética, los patrones conductuales se han vuelto muy variables y las grandes diferencias de comportamiento aún entre la misma especie han hecho que cada vez sean menos predecibles y más difíciles de entender (Lindsay, 1996).

En la ganadería actual es bastante común que los patrones conductuales y ambientales estén en asincronía (vgr. que las vacas paran en temporada de secas cuando anteriormente parían en la época de mayor oferta forrajera), por eso es necesario el desarrollo de nuevas y mejores prácticas de manejo que permitan que el comportamiento, parto, amamantamiento, lactancia y destete entre otros, vaya de acuerdo con la estación del año naturalmente dispuesta para cada evento (Lindsay, 1996). Por estas situaciones de desfase conductual-ambiental, al implementar un programa de sincronización de calores e inseminación artificial en el trópico donde se obtenga una fertilidad pobre se verán reflejadas pérdidas económicas por un menor número de becerros nacidos y destetados (Peters,

1996). Asimismo, aunado a los largos periodos anéstricos debidos principalmente al amamantamiento son posiblemente uno de los mayores impedimentos para incrementar los parámetros productivos (Browning *et al.*, 1994).

La conducta estral es uno de los factores que de forma práctica puede ayudar a predecir el momento de la ovulación, de ahí que la detección de estros sea muy importante (Zarco y Hernández, 1996). El estro es el periodo en que la hembra es receptiva al macho y acepta la cópula. En general, en la vaca el estro dura 12 h en promedio pudiendo variar según el ambiente de 12-18 h en climas fríos y de 10-12 h en climas cálidos (Bearden y Fuquay, 1982). Varios estudios en el trópico indican que la longitud del ciclo estral en ganado bovino es de 21 días aproximadamente y que el periodo estral fluctúa de 4 a 14 h dependiendo de la raza y época del año (Galina y Arthur, 1990a). En un estudio que realizaron Vaca *et al.*, (1985) en ganado Cebú encontraron que la ovulación ocurre aproximadamente 13 h después de iniciada la receptividad sexual. Plasse y coautores (1970) encontraron que las novillonas tenían en promedio 12.2 ciclos estrales y 15.5 ovulaciones en un año sin encontrar diferencias entre épocas del año. La intensidad y duración del comportamiento estral durante un ciclo es muy variable entre individuos y depende en gran parte de muchos factores como son el clima, humedad, estado fisiológico, apuntadores, interacción social, densidad animal, relaciones dominantes y subordinadas (Orihuela, 2000). Se ha observado que la duración del estro es menor en novillonas que en vacas y que el tiempo de conducta estral aumenta con el número de partos de 5.5 montas/h en novillonas, 6.3 montas/h en vacas de primer parto hasta 7.9 montas/h en vacas múltiparas (Orihuela, 2000).

El inicio de la conducta estral es ocasionada por la liberación de estrógenos secretados por los folículos en la etapa de mayor desarrollo folicular (De Alba, 1985). Una vaca en estro se define como la hembra que permanece inmóvil al ser montada por el toro o una compañera de hato (Orihuela, 1997). Otros autores

definen el estro como una actitud de intenso deseo sexual que se expresa cuando una hembra busca a otra presentando conductas homosexuales, ya sea dejándose montar (celo franco o pasivo) o montando a sus compañeras de hato (celo activo) (Thomas y Dobson, 1989). Miller y Seidel (1984) piensan que las montas entre compañeras de hato atraen los toros a las hembras en estro porque los machos pueden visualizar esta conducta desde lejos. Las conductas homosexuales que imitan a un macho competidor copulando con hembras en estro atraen a los otros machos espectadores a una competencia intensa (cuando no existen jerarquías establecidas) en el intento de que sea su material genético el que se preserve.

En un estudio reciente Medrano *et al.*, (1995) indujeron a estro con un progestágeno a 15 vacas cebú una después de la otra con una diferencia de un día entre ellas, esperando que mostraran conducta estral de forma individual de 31-57 horas después de retirado el implante observando que de las 9 vacas que mostraron estro 5 de ellas habían agrupado su conducta de manera que interactuaron casi exclusivamente entre ellas, sugiriendo así un papel importante del número de compañeras sexuales en la expresión del estro.

En estudios previos (Medrano *et al.*, 1995 y Cortés *et al.*, 1999) se ha analizado la conducta estral bajo sincronización escalonada (con varios grupos con un día de diferencia) pero nunca se han analizado la sincronización escalonada y la homogénea (con un solo grupo el mismo día) en un mismo grupo de vacas ni tampoco se ha estudiado si el orden de entrada se relaciona con el estado fisiológico de las vacas lo cual es el objetivo principal del presente trabajo de investigación.

Revisión de literatura

1.1 Orden de entrada a la prensa y conducta estral en vacas Cebú

El orden de entrada y salida de los lugares donde habitualmente se maneja al ganado bovino es una de las áreas poco estudiadas dentro de la rama de la etología, y la asociación entre este orden y la conducta reproductiva no ha sido correlacionado. Sin embargo, se ha visto que las interacciones sociales incluyendo la dominancia social, son muy importantes para la manifestación del estro. Hurnik *et al.*, (1975) encontraron que en el 98% de las interacciones de monta al menos una de las vacas estaba en estro y en el 71% ambas (la que monta y la que se deja montar). Orihuela *et al.* (1997) encontraron que el 60% de las vacas que montaban eran más grandes y pesadas que las que se dejaban montar por lo tanto se piensa que las vacas dominantes que son generalmente las más grandes inhiben la actividad de monta de las subordinadas (más pequeñas). En un estudio posterior, Orihuela y Galina (1997) observaron que no había correlación entre el rango de dominancia y la frecuencia de montas dadas versus las recibidas.

Galina *et al.*, (1996) observaron que el número de vacas en estro al igual que el tiempo promedio para el inicio del estro variaba dependiendo de cuando las vacas dominantes mostraran conducta estral. Esto sugiere que factores como el orden social en el hato influyen en el comportamiento reproductivo posiblemente debido a mecanismos fisiológicos.

En efecto, el número de vacas que están en estro influye en la frecuencia de las montas y en la longitud estral (Galina *et al.*, 1996). La posición social de una vaca dentro del hato es otro factor que influye en la selección de parejas sexuales y que se pueden mantener en un estro subsiguiente (Castellanos *et al.*, 1997). Cuando se observan vacas en pastoreo es fácil identificar al grupo sexualmente activo (GSA), el cual está conformado por vacas en proestro, estro y metaestro. Todas

las integrantes del GSA se mantienen moviendo alrededor del potrero y son las únicas que se mantienen paradas por la noche. Si alguna vaca no perteneciente al GSA se mantiene parada, ésta se encuentra regularmente a más de 5 pies de distancia del GSA. El definir cual es el GSA dentro de un hato ayuda a localizar a vacas en calor, mostrando sus patrones de conducta estral cuando están dentro de ese grupo (Williamson *et al.*, 1972). Cuando los estros son sincronizados frecuentemente se forman grupos sexualmente activos los cuales son flexibles y cambian de jerarquía y miembros fácilmente (Orihuela, 2000).

La posición social también puede influir en el tiempo de expresión del comportamiento sexual y posiblemente acentuar mecanismos fisiológicos como la expresión de la conducta estral. Se ha observado (Castellanos *et al.*, 1997) que en estros sincronizados, las manifestaciones conductuales del estro dentro de los miembros jerárquicamente dominantes tienen una gran influencia en el número de vacas en estro en un momento dado y la duración del estro también es influenciada por la dominancia social (Orihuela, 2000). También se ha encontrado que algunas vacas parecen tener preferencias sexuales por sus compañeras dentro de los grupos sexualmente activos (Castellanos *et al.*, 1997). Se ha observado que el grupo social afecta algunos aspectos de la reproducción tales como la detección de estros y que la expresión de la conducta estral se reduce si la estructura social de un grupo de vacas es alterada o interrumpida por la introducción o salida de animales en ese grupo específico (Orihuela y Galina, 1997).

Los descubrimientos recientes en patrones conductuales de animales en estro han indicado una fuerte relación entre la estructura social del hato y la expresión del estro (Castellanos *et al.*, 1997). Se ha observado que la composición del grupo sexualmente activo (GSA), el tamaño del GSA así como la frecuencia de su actividad sexual durante el estro influyen en la respuesta a fármacos utilizados para la sincronización del estro (Galina *et al.*, 1996).

Andrade *et al.* (2001) al estudiar el orden de entrada de las vacas a la manga encontraron que el ganado Brahman se habitúa al manejo continuo en la manga probablemente debido a que aprenden que siempre hay una salida y pueden predecir y/o controlar al factor estresante y así su aversión a este. Orihuela y Solano (1994) observaron que el orden de entrada es consistente especialmente para las vacas que entran al principio y al final de la manga de manejo y que por lo tanto es repetible. Sin embargo, no encontraron asociación entre esta variable y el temperamento de las vacas aunque si cierta consistencia en que las vacas más nerviosas entraran al final (Orihuela y Solano, 1994).

1.2 Conducta estral bajo dos diferentes esquemas de sincronización en vacas Cebú

Diamond (1972) comentó que el comportamiento sexual y el apareamiento no pueden ser vistos como un simple medio de proporcionar espermatozoides al óvulo, sino que la conducta sexual debe ser considerada un componente indispensable y crucial en el proceso reproductivo y en la evaluación de las fallas reproductivas. Para alcanzar un óptimo desempeño reproductivo cuando se utiliza inseminación artificial es esencial que se conozcan los signos de estro y su grado de confiabilidad, de manera que se puedan seleccionar de forma precisa las vacas que están en calor (Williamson *et al.*, 1972).

Price en 1987 observó que cuando dos o más vacas van a entrar en celo y por ende a ser receptivas sexualmente, algunas actividades como topetear, intentar monta, olfatear y lamer genitales pueden ser frecuentes entre ellas. Sin embargo, no todas las hembras presentan esas conductas por lo que no se consideran indicadores confiables de celo (Galina *et al.*, 1996).

La conducta de monta se da en vacas en proestro tardío, estro y metaestro temprano. Sin embargo, el montar a otras vacas puede suceder en cualquier etapa del ciclo estral por lo cual este signo no se considera 100% confiable en ganado *Bos taurus* ya que puede haber hasta un 21% de falsos positivos aún bajo condiciones de observación continua (Williamson *et al.*, 1972). En 1975, Hurnik *et al.* encontraron que el 95% de las vacas montadas estaban en estro pero solamente el 71% de éstas montaban. McGuire *et al.*, (1990) mostraron que vacas ovariectomizadas pueden mostrar signos de celo cuando hay otras hembras mostrando conducta de monta y que esta conducta de imitación puede afectar el grado de confiabilidad del signo de monta para definir el inicio del estro.

En vacas Cebú se ha observado que el comportamiento de monta se da casi exclusivamente entre vacas en estro haciendo de este signo un parámetro confiable para conocer la etapa reproductiva (en este caso el celo) en la que se encuentra el animal (Galina y Arthur a, 1990). Orihuela *et al.* en 1983 trabajando con vacas Indobrasil observaron que el 85% de las montas eran iniciadas por vacas en estro. En estudios de campo se ha visto que el comportamiento de monta iniciado o recibido es mayor durante la primera hora del estro verdadero y después declina (Orihuela *et al.*, 2000). Galina *et al.* (1982), observaron que cuando una vaca está en estro es montada 12 veces en promedio y que cada monta dura solamente unos 5 segundos, por lo que una vaca bajo observación continua muestra conducta estral por solo 1 min. Las montas entre vacas son generalmente cortas y van de 5-7 segundos aproximadamente. Pero si las dos vacas que interactúan están en calor, la duración promedio de la monta es mayor que si solo una de ellas esta en estro (7 vs 4 segundos, respectivamente) (Orihuela, 2000).

La sincronización del estro como herramienta se ha usado para incrementar la eficiencia en la detección de calores y así mejorar las tasas de concepción además de ser una práctica de manejo de gran importancia económica ya que permite agrupar animales y concentrar los periodos de observación de la conducta estral, mejorar la fertilidad obtenida por inseminación artificial al perfeccionar la detección de calores y predicción de la ovulación, disminuir la temporada de servicios y partos, optimizar la mano de obra en el rancho planeando y designando actividades específicas durante el año y mejorar así el vínculo madre-cría (Morrel *et al.*, 1991).

Los tratamientos sincronizadores en bovinos se basan en la destrucción del cuerpo lúteo (CL) mediante la administración de prostaglandina F_{2α} (PGF_{2α}) o en la simulación de la presencia de un CL funcional utilizando progestágenos. La PGF_{2α} es una hormona producida en el endometrio del útero que tiene como

función provocar la regresión del CL. La administración de PGF_{2α} exógena en los días 6-16 del ciclo estral produce la regresión del CL presentándose el estro dentro de las siguientes 48-120 h (Hernández, 2000). Vaca *et al.*, en 1985 encontraron que en ganado Cebú sincronizado con PGF_{2α} la duración del estro era de 15.3 ± 6.0 h y que la ovulación ocurría 28.2 ± 5.0 h después del inicio del periodo de receptividad sexual.

Los progestágenos constituyen un grupo de hormonas esteroides que se caracterizan por ser liposolubles y termoestables. Dentro de este grupo de hormonas se encuentra la progesterona (progestágeno natural) y el acetato de melengestrol (MGA), acetato de fluorogestona (FGA) y norgestomet (progestágenos sintéticos) (Hernández, 2000). Los progestágenos suprimen el estro y la ovulación actuando a través de un mecanismo de retroalimentación negativa sobre la liberación de la hormona luteinizante (LH); probablemente reduciendo la frecuencia en las pulsaciones de esta hormona e impidiendo que algún folículo complete su desarrollo y ovule. Durante el periodo de administración, el CL sufre regresión natural, de tal forma que al retirar el tratamiento los animales presentan estro sincronizado entre las siguientes 48-96 h (Murray *et al.*, 1998).

En ganado Cebú en el trópico se ha observado una respuesta adecuada al tratamiento de sincronización del estro con Norgestomet en cuanto a la manifestación del estro sin embargo, la fertilidad del estro sincronizado es muy baja (<45%) comparada con la del estro natural (50-70%) (Basurto *et al.*, 1999). Se ha observado que el porcentaje de vacas en estro depende del estado del ciclo estral en que se encuentre el animal al momento del tratamiento, de tal manera que la respuesta es más efectiva si al aplicarse el fármaco las hembras se encuentran a la mitad de la fase lútea del ciclo estral (Spitzer *et al.*, 1978). La tasa de concepción es mayor en vacas tratadas en la fase temprana de su ciclo estral

(≤ 11 vo día) que en las tratadas durante la fase lútea tardía (≥ 11 vo día) (Brink y Kiracofe, 1988).

Kilgour *et al.*, (1977) encontraron que cuando el estro es sincronizado en un hato, la mayoría de los animales participan en el GSA debido a la facilitación social y a la producción de estrógenos por los folículos emergentes. Cortés *et al.*, (1999) después de inducir parejas de Brahman en un hato para que mostraran estro con un día de diferencia usando SMB, encontró que el agrupamiento de los animales en estro era obvio, y que las vacas tratadas primero durante este experimento tendían a mostrar sus signos de estro después del tiempo esperado, mientras que las tratadas al final acortaban su intervalo entre el retiro del implante y el inicio del estro, concluyendo que hay factores sociales y de conducta de los que depende el tratamiento de sincronización.

Medrano *et al.*, (1995) observaron que cuando las vacas eran sincronizadas para mostrar estro una después de la otra a intervalos de un día, las hembras tendían a agrupar su respuesta estral. También observaron que cuando una sola vaca Cebú es inducida a estro con un progestágeno, ésta no muestra conducta estral sino hasta otra vaca también entre en calor y así ambas interactúan. Estos resultados coinciden con Maquivar *et al.*, (2002) quienes también encontraron que las vacas tendían a agrupar su respuesta a la sincronización, las sincronizadas primero mostrando signos de estro después del tiempo esperado y las últimas antes del tiempo esperado aún con el implante insertado, concluyendo que hay factores sociales y conductuales en el hato que pueden afectar los tratamientos de sincronización.

Objetivos

a) Conocer si el orden de entrada al corral, orden de entrada a la manga y orden de salida del corral es repetible y si éste varía dependiendo de si las vacas están en celo o en diestro. Así como relacionar el orden sobre la conducta estral y la frecuencia de sus signos (monta, intento de monta y topeteo).

b) Evaluar el efecto de sincronizar a las vacas con un progestágeno el cual promoviera la conducta estral (número de montas, intentos de monta y topeteos) y el comportamiento reproductivo (tiempo, duración e intensidad de la presentación del estro).

Hipótesis

- El orden de entrada al corral y manga, y el orden de salida del corral está relacionado con la conducta estral y la frecuencia de sus signos (monta, intento de monta y topeteo)
- El orden de entrada al corral y a la manga, así como el orden de salida del corral de las vacas se ve afectado por el estado fisiológico (estro) de cada individuo.
- El tipo de sincronización (escalonada u homogénea) afecta el tiempo, duración e intensidad de la presentación del celo.

Material y métodos.

El presente trabajo se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT) perteneciente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), ubicada en el Km. 5.5 de la Carretera Federal Martínez de la Torre – Tlapacoyan, Municipio de Tlapacoyan, Veracruz, el cual se encuentra en el trópico húmedo a una latitud norte 19°12' y longitud sur 96°08' y posee ganado productor de carne Cebú (*Bos indicus*) y de leche Cebú X Holstein (*Bos indicus* X *Bos taurus*). La región presenta un clima Af(m)(e) cálido húmedo sin estación seca bien definida y se encuentra a 151 msnm; con una temperatura media anual de 23.4°C y una precipitación pluvial de 1743 mm/año (García, 1973).

Para la ejecución de este experimento se utilizaron 17 vacas Brahman (*Bos indicus*) entre 3 y 7 años de edad las cuales tenían una condición corporal promedio de 2.5 en una escala de 1-5 y que se encontraban ciclando previa verificación de presencia de cuerpo lúteo por ultrasonido. Las vacas de este estudio se manejaron como un solo grupo bajo un esquema de pastoreo de alta densidad usando la rotación de potreros cada 2-3 días dependiendo de la oferta forrajera disponible. Tuvieron sombra y agua disponible a libre acceso.

Etapa 1. Sincronización escalonada

Se utilizaron 17 vacas Brahman (*Bos indicus*) sin cría y ciclando previa verificación por ultrasonido (presencia de cuerpo lúteo) las cuales fueron numeradas con pintura de aceite en los costados y distribuidas aleatoriamente en 3 grupos: el grupo 1 con 6 vacas, el grupo 2 con 6 vacas y el grupo 3 con 5 vacas. Se usaron dispositivos de aplicación vaginal impregnados con progesterona natural de liberación prolongada (CIDR, Upjohn Pharmacia, México) compuestos por silicona inerte, moldeada sobre un soporte de nylon que contiene 1.96 g de progesterona natural micronizada (MacMillan *et al.*, 1991). El dispositivo se acompañó de una

cápsula de 10 mg de benzoato de estradiol. Además se aplicó intramuscularmente 1 mg de benzoato de estradiol a 24 h de retirado el dispositivo. Los grupos fueron sincronizados para la presentación de celo con una diferencia de 2 días entre grupos. El CIDR permaneció por 9 días en la vagina.

Dos días después de retirado el dispositivo se inició la video grabación de un muestreo conductual con una cámara Sony digital cada 4 h (a las 7:00, 11:00, 15:00 y a las 19:00 h) para observar el orden de entrada al corral, el orden de entrada a la manga y la salida del corral por siete días consecutivos. El orden de entrada al corral y la salida del corral se evaluaron mientras un vaquero las movía y dirigía con el caballo para que llegaran a la manga de trabajo. Para observar el orden de entrada a la manga a las vacas se les presionaba poco para entrar ya que se abría la puerta para introducirlas al embudo y posteriormente a la manga. Se realizó una detección de calores de forma continua después del retiro del dispositivo del primer grupo y hasta 100 h después del retiro del dispositivo del tercer grupo con un mínimo de dos observadores por cada turno de 3 h. Se anotó la manifestación de los signos de estro en un cuaderno de trabajo (intento de monta, monta a una compañera de hato, monta por otra compañera de hato, topeteo y presencia de moco). Las actividades sexuales y de cortejo fueron clasificados de acuerdo a la terminología propuesta por Orihuela y colaboradores (1983). Posteriormente se continuó la videograbación de la entrada al corral, entrada a la manga y salida del corral a las 7:00 AM por 5 días consecutivos durante el manejo normal del ganado.

Etapa 2. Sincronización homogénea

Esta fase se realizó 25 días después de la sincronización escalonada. Las mismas 17 vacas Brahman utilizadas en la etapa anterior fueron sincronizadas de forma homogénea, es decir todas el mismo día y eliminando las agrupaciones utilizadas en la etapa 1. Estas fueron tratadas con un progestágeno más valerato de estradiol (CIDR). El CIDR permaneció por 9 días vía intravaginal. Se realizó una

detección de calores de forma continua por 100 h después del retiro del dispositivo con un mínimo de dos observadores por cada turno de 3 h. Las actividades sexuales y de cortejo fueron registrados igual que en la etapa 1. Las vacas se renumeraron en los costados con pintura de aceite y una vez retirado el dispositivo se inició el muestro conductual con videograbaciones una vez al día a las 7:00 AM por dos días consecutivos. Posteriormente se videograbaron por 3 días en forma intensiva cada 4 h (a las 7:00, 11:00, 15:00 y a las 19:00 h) para observar el orden de entrada al corral, el orden de entrada a la manga y la salida del corral.

Al finalizar el muestro conductual se obtuvieron 2295 observaciones de las cuales 782 correspondieron a la frecuencia con que las vacas entraron al corral, 782 entraron a la manga y 731 salieron del corral. Esto implica que en el muestreo conductual a cada vaca se le midió 135 veces su categoría de orden (principio, intermedio o final).

1.1 Orden de entrada a la prensa y conducta estral en vacas Cebú

En el diseño estadístico se consideró como variable independiente el estado fisiológico de la vaca (estro o diestro) y como variables dependientes número de vacas que mostraron signos de estro, número de montas, número de intentos de montas, número de topeteos, orden de entrada individual al corral, orden de entrada individual a la manga de manejo y orden de salida individual del corral. El manejo de los datos se hizo por medio de una estratificación de categorías (presencia o ausencia de celo), momento de estudio (entrada y salida), lugar de estudio (corral y manga de manejo), orden (principio, intermedio y final) las cuales eran únicas y excluyentes para cada observación realizada y por tablas de frecuencias para el caso de número de montas, intentos de monta y topeteos. Cabe mencionar que los rangos para las categorías de orden se clasificaron de la siguiente manera: 1-5 principio, 6-12 intermedio y 13-17 final.

Las variables no paramétricas (número de vacas que mostraron signos de estro, número de montas, número de intentos de monta, número de topeteos, las frecuencias en el orden de entrada al corral, orden de entrada a la manga de manejo y orden de salida del corral) fueron analizadas por medio de una Prueba X^2 de bondad de ajuste la cual evalúa el grado de correspondencia entre las observaciones observadas y esperadas de cada categoría y puede probarse mediante el siguiente estadístico:

$$X^2 = \frac{\sum_{i=1}^k (O_i - E_i)^2}{E_i}$$

donde

O_i = el número observado de casos en la categoría i ésima

E_i = el número esperado de casos en la categoría i ésima cuando H_0 es verdadera

k= el número de categorías

En el caso de las correlaciones no paramétricas se usó el coeficiente de correlación τ de Kendall de rangos ordenados con la siguiente fórmula:

$$\tau = \frac{2S}{N(N-1)}$$

donde

S = número de acuerdos menos el número de desacuerdos

N = es el número de objetos o individuos colocados en rangos (Siegel y Castellan, 2000).

Para realizar la comparación entre el orden de entrada (a nivel individual) se hizo por medio de ordenes de frecuencias en las diferentes posiciones mediante tablas k X N y el Coeficiente de Concordancia W de Kendall para conocer la repetibilidad del orden de entrada individual al corral, repetibilidad del orden de entrada individual a la manga de manejo y la repetibilidad del orden de salida individual del corral. La W de Kendall expresa el grado de asociación entre k conjuntos de rangos:

$$W = \frac{\sum_{i=1}^k (R_i - \bar{R})^2}{N(N^2-1)/12}$$

donde

k = número de conjuntos de rangos

\bar{R} = número de objetos o individuos a quienes se les están asignando rangos

R_i = promedio de los rangos asignados a i-ésimo objeto o sujeto

\bar{R} = promedio (o gran media) de los rangos asignados a través de todos los objetos o sujetos

$N(N^2-1)/12$ = suma máxima posible de las desviaciones cuadradas, esto es, el numerador que ocurriría si hubiera perfecto acuerdo entre los k rangos, y el promedio de los rangos fuera 1, 2,...,N (Siegel y Castellan, 2001).

Para realizar las pruebas estadísticas se utilizaron los programas Excel XP de Microsoft Office y SPSS versión 10.

1.2 Conducta estral bajo dos diferentes esquemas de sincronización en vacas Cebú

El manejo de los datos se hizo por medio de una estratificación de categorías por tratamiento (sincronización escalonada y homogénea) y presentación de celo (si o no) las cuales eran únicas y excluyentes para cada observación realizada, y por sábanas de conducta y tablas de frecuencias para el caso del número de montas, intentos de monta y topeteos. Las variables independientes fueron la sincronización de celo en forma escalonada y la sincronización de celo en forma homogénea. Las variables dependientes fueron tiempo a la presentación de celo, longitud del estro, número de vacas que mostraron signos de estro, número de montas, número de intentos de montas y número de topeteos. Las variables no paramétricas fueron número de vacas que mostraron signos de estro post-retiro del implante, número de montas, número de intentos de monta, número de topeteos y se analizaron por medio de una Prueba X^2 de bondad de ajuste la cual evalúa el grado de correspondencia entre las observaciones observadas y esperadas de cada categoría lo cual puede probarse mediante el siguiente estadístico:

$$X^2 = \frac{\sum_{i=1}^k (O_i - E_i)^2}{E_i}$$

donde

O_i = el número observado de casos en la categoría i ésima

E_i = el número esperado de casos en la categoría i ésima cuando H_0 es verdadera

k = el número de categorías

En el caso de las correlaciones no paramétricas se usó el coeficiente de correlación τ de Kendall de rangos ordenados con la siguiente fórmula:

donde

$$t = \frac{2S}{N(N-1)}$$

S = número de acuerdos menos el número de desacuerdos

N = es el número de objetos o individuos colocados en rangos (Siegel y Castellan, 2001).

En el caso de las variables paramétricas que fueron tiempo a la presentación de celo (horas) y longitud del estro después de detectado hasta la última monta (horas) se analizaron por medio de una "t de student" para muestras pareadas.

Para realizar las pruebas estadísticas se utilizaron los programas Excel XP de Microsoft Office y SPSS versión 10.

Resultados

1.1 Orden de entrada a la prensa y conducta estral en vacas Cebú

En el muestro conductual de todas las veces que las vacas fueron observadas sólo el 9% de las veces presentaban conducta estral y se observó que el orden que tomaban al entrar al corral, entrar a la manga y salir del corral no era afectado por el estado fisiológico (presencia o no de estro) independientemente del modelo de sincronización (escalonada u homogénea) (Cuadro 1). No se encontraron diferencias estadísticas en cuanto al porcentaje del orden que tomaban las vacas cuando estaban en celo o no cuando éstas entraban al principio (P), intermedio (I) y final (F) mientras se observaron sus frecuencias en la entrada al corral (29, 41, 29% vs 29, 39, 32%) ($p = 0.979$), entrada a la manga (29, 41, 30% vs 34, 44, 23%) ($p = 0.416$) y salida del corral (29, 42, 29% vs 29, 42, 29%) (Figuras 1-3). Las vacas entran más en la posición intermedia porque el rango de esa categoría es más amplio que las del principio o final.

Se encontró que el orden de entrada al corral, orden de entrada a la manga y salida del corral es repetible en diferente porcentaje para las unidades estudiadas. Las vacas mostraron repetibilidad por una categoría de orden (principio, en medio o final) con un valor de $W=0.24$ para la entrada al corral, de $W=0.46$ para la entrada a la manga y de $W=0.24$ para la salida del corral (Cuadro 2). En las Figuras 1, 2 y 3 se pueden apreciar el comportamiento individual de cada vaca cuando entraba al corral, entraba a la manga o salía del corral y su preferencia individual para entrar al principio, intermedio o final.

En cuanto a la relación del orden de entrada al corral, orden de entrada a la manga y salida del corral con la conducta estral se observó que las vacas que entraban con mayor frecuencia en la posición final (F) tenían un menor número de montas activas en promedio 2.8 ± 2.0 montas que las vacas que entraban al

principio (P) e intermedio (I) 6.1 ± 3.4 vs 5.4 ± 1.2 respectivamente, siendo estadísticamente diferentes F vs I ($p=0.031$), no siendo así entre P vs F ($p=0.405$) ni en P vs I ($p=0.819$). En cuanto a los resultados de las montas pasivas se obtuvo que las vacas F recibían más montas en promedio (18.1 ± 9.6) que las I (14.2 ± 3.0) y las P (11.6 ± 1.6) sin encontrar diferencia estadística entre las tres categorías P vs I ($p=0.097$), I vs F ($p=0.651$) y P vs F ($p=0.427$). Tampoco se encontró evidencia estadística significativa ($p>0.05$) entre el número de montas activas y pasivas entre las vacas que entraban al principio, intermedio o al final en la entrada al corral, a la manga y salida del corral (Cuadro 3).

En los intentos de montas activos (IMA) se observó que las vacas que entraban al F tendían a tener más IMA en promedio (2.9 ± 1.4) que las que entraban al P (1.9 ± 1.5) o I (2.3 ± 0.5) sin encontrar diferencia estadística P vs I ($p=0.816$), I vs F ($p=0.713$) y P vs F ($p=0.088$). En los intentos de montas pasivos (IMP) se encontró también que las vacas que entraban al P tendían a tener menos IMP (3.1 ± 1.3) que las que entraban I (3.2 ± 0.8) y al F (4.1 ± 1.8) obteniendo que P vs I ($p=0.98$), I vs F ($p=0.545$) y P vs F ($p=0.599$). No se encontró evidencia estadística ($p>0.05$) entre el número de IMA vs IMP entre las 3 etapas estudiadas (entrada al corral, entrada a la manga y salida del corral) (Cuadro 4).

No hubo diferencia estadística cuando se observó que las vacas que entraban al F tenían un mayor número de topeteos activos en promedio (TA) (3.9 ± 6.1 topeteos) que las que entraban al P (2.1 ± 0.3) o al I (2.9 ± 1.4) (P vs I ($p=0.30$), I vs F ($p=0.179$) y P vs F ($p=0.121$)). En cuanto a los topeteos pasivos (TP) tampoco hubo diferencia estadística observando P vs I ($p=0.676$), I vs F ($p=0.821$) y P vs F ($p=0.50$) aunque se observó tendencia en que las vacas que entraban al P tenían menos IMP en promedio (2.1 ± 0.9) que las que entraban al I (2.2 ± 0.4) y al F (3.7 ± 2.4).

No se encontró diferencia estadística significativa ($p>0.05$) cuando se analizó el número de topeteos activos y pasivos entre la entrada al corral, entrada a la manga y salida del corral a excepción de las vacas que entraron al corral al P vs F ($p=0.015$). Se observó que las vacas que entraban al F al corral y a la manga tenían menos TA (0.3 ± 1.7 y 0.3 ± 0.5 , respectivamente) que las que entraban al P (2.3 ± 1.7 y 2.2 ± 2.3) e I (3.3 ± 2.2 y 4.1 ± 5.8), sin embargo cuando se observó la salida del corral las que salían F tenían un mayor número de TA (11 ± 7.0). No se observó diferencia estadística entre los TP de las vacas ($p>0.05$) (Cuadro 5).

1.2 Conducta estral bajo dos diferentes esquemas de sincronización en vacas Cebú

De las 17 vacas que fueron incluidas en este estudio solo 6 de ellas presentaron conducta estral en la sincronización escalonada y 11 vacas en la sincronización homogénea. No se encontró diferencia estadística en el número de vacas que presentaron signos de estro entre los dos tratamientos ($p = 0.086$).

En la sincronización escalonada la mayoría de las vacas no presentaron conducta estral en el tiempo esperado después del retiro del implante (Figura 4), lo cual no ocurrió en la sincronización homogénea donde las 11 vacas que presentaron conducta estral lo hicieron de forma agrupada (Figura 5). Se observó diferencia en las horas de presentación de conducta estral después de retirado el dispositivo intravaginal (CIDR) entre tratamientos, de 141 ± 59 horas (h) con un valor mínimo (VMin) de 41 h y una valor máximo (VMax) de 189 h en la sincronización escalonada y de 27 ± 3 h con un VMin de 23 y VMax de 33 en la sincronización homogénea, siendo esta diferencia altamente significativa ($p = 0.01$) (Cuadro 6).

En este experimento, se obtuvo una media de 19 ± 20 h con un VMin=6 h y un VMax= 46 h en la duración del estro en la sincronización escalonada y de 34 ± 15 h con un VMin=6 y VMax=52 en la sincronización homogénea, encontrándose diferencia altamente significativa entre tratamientos ($p = 0.01$) (Cuadro 6).

En cuanto a la frecuencia de montas activas (montas dadas a una compañera de hato) la media fue de 1 ± 2 montas con VMin=0 y VMax=5 en la sincronización escalonada y de 7 ± 10 montas con VMin=0 y VMax=34 en la sincronización homogénea, sin que hubiera diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.12$) entre tratamientos. Sin embargo, en las montas pasivas (montas dadas a una compañera de hato) se encontró diferencia estadísticamente significativa ($p =$

0.01) entre la sincronización escalonada y homogénea 4 ± 5 ($V_{\text{Min}}=1$ y $V_{\text{Max}}=13$) y 21 ± 20 ($V_{\text{Min}}=1$ y $V_{\text{Max}}=72$) montas respectivamente (Cuadro 7).

El número de intentos de montas fue semejante en ambos tratamientos. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas en los intentos de montas activas (IMA) ($p = 0.10$) y los intentos de montas pasivos (IMP) ($p = 0.10$), siendo en la sincronización escalonada la media de 1 ± 3 IMA ($V_{\text{Min}}=0$ y $V_{\text{Max}}=4$) y de 1 ± 2 IMP ($V_{\text{Min}}=0$ y $V_{\text{Max}}=4$) mientras que en la sincronización homogénea fue de 3 ± 4 IMA ($V_{\text{Min}}=0$ y $V_{\text{Max}}=13$) y de 11 ± 5 IMP ($V_{\text{Min}}=0$ y $V_{\text{Max}}=14$).

Además se encontró una correlación alta entre el número de montas activas y el número de intentos de montas activos de cada vaca ($t = 0.594$, $p = 0.004$), entre el número de montas pasivas y los intentos de montas pasivos ($t = 0.623$, $p = 0.001$) y el número de intentos de montas activos y pasivos que se le contabilizaron a cada individuo ($t = 0.421$, $p = 0.039$) (Cuadro 7).

En los resultados obtenidos en la frecuencia de topeteos activos (TA) o pasivos (TP) ($p = 0.36$ y $p = 0.28$, respectivamente) no se observó diferencia estadística entre la sincronización escalonada y la sincronización homogénea, teniendo una media de 3 ± 2 ($V_{\text{Min}}=0$ y $V_{\text{Max}}=6$) en TA y de 3 ± 6 ($V_{\text{Min}}=0$ y $V_{\text{Max}}=16$) en la sincronización escalonada y de 3 ± 4 ($V_{\text{Min}}=0$ y $V_{\text{Max}}=16$) en TA y de 2 ± 5 ($V_{\text{Min}}=0$ y $V_{\text{Max}}=18$) en la sincronización homogénea (Cuadro 7).

Cuando las actividades estrales fueron contabilizadas por hora de estro (número de montas activas, número de intentos de montas activas, número de intentos de montas pasivas y topeteos activos) se observó que no había diferencia entre tratamientos, a excepción del número de montas pasivas ($p=0.05$) que fue mayor en la sincronización homogénea (0.77 vs 0.22 montas pasivas por hora) y el número del topeteos pasivos ($p=0.01$) que fue mayor en la sincronización escalonada (0.42 vs 0.05 topeteos pasivos por hora) (Cuadro 8).

Discusión

1.1 Orden de entrada a la prensa y conducta estral en vacas Cebú

El orden de entrada al corral, entrada a la manga y salida del corral no fueron diferentes cuando se usó sincronización escalonada o sincronización homogénea. Estos resultados muestran que el orden de entrada o salida que tengan las vacas es independiente del tratamiento que se utilizó para la sincronización de calores, aún con la gran variación numérica en cuanto a la respuesta al estro que se obtuvo con los dos tipos de sincronización utilizados en este trabajo experimental: en el 91% de las observaciones realizadas las vacas no estaban en estro (71% escalonada y/o 20% homogénea) y en el 9% restante presentaron conducta estral (3% escalonada y 6% homogénea).

Las vacas estudiadas mostraron preferencia por una categoría de orden (principio, intermedio o final) al entrar al corral, entrar a la manga y salir del corral sin importar el tipo de sincronización ni el estado fisiológico con una repetibilidad del $W= 0.24$ para la entrada al corral, del $W= 0.46$ para la entrada a la manga y del $W= 0.24$ para la salida del corral. Estos datos indican que las vacas tienen preferencia por alguna posición al entrar o salir del corral y por ende por una categoría de orden, pero que esto no tiene relación alguna con su estado fisiológico. Sin embargo, la posición que toman al entrar y salir del corral tiene un menor grado de concordancia para cada individuo probablemente debido a que al acomodar a los animales para entrar o salir del corral, la actividad se realiza bajo mayor presión por el vaquero y con manejo forzado que le resta libertad de decisión a la vaca disminuyendo así sus probabilidades de entrar en el orden de su predilección individual mientras que, para entrar a la manga se abre la puerta de la prensa y muchas veces sin necesidad de alguna intervención externa por parte del vaquero entra por decisión individual en esa posición. Estos datos

sugieren que el ganado Brahman se habitúa al manejo en una manga o corral y que este orden de entrada es repetible lo que coincide con Andrade *et al.* (2001).

En este estudio se observó que el orden de entrada al corral y salida del corral era consistente para aquellos individuos que entraban y salían al principio y final. Por ejemplo, una de las vacas entró al corral y a la manga en los 2 últimos lugares el 54% de las veces, mientras que otro individuo entró y salió del corral en las primeras dos posiciones el 65% y 67% de las veces respectivamente. Los resultados obtenidos en este trabajo coinciden con los de Andrade *et al.*, (2001) donde observaron que el orden de entrada a la manga era consistente especialmente para aquellos individuos que entraban al principio y al final y que las mismas 2 vacas entraron a la prensa en primero y segundo lugar el 60 y 70% de las veces respectivamente, mientras que una vaca entró al final el 80% de las veces, sin embargo no encontraron asociación entre esta variable y su temperamento.

Grandin (1980) también hizo un trabajo parecido en ganado donde probó que la vaca más difícil de manejar entraba hasta el último, similar a lo encontrado por Orihuela y Solano (1994) con ganado en el rastro quienes observaron además que era la vaca que les tomaba mayor tiempo en meter a la manga. De la misma manera, en un trabajo realizado en ovejas por Syme y Elphik (1982) encontraron que las ovejas que más brincaban y vocalizaban rara vez eran las primeras en entrar a la manga de manejo.

En el presente trabajo no se contempló el estudio de jerarquías (prioridad de acceso o evasión a un estímulo) ni temperamento por lo cual no podemos inferir que la vaca que entró al final el 80% correspondía a la vaca más difícil de manejar o de nivel jerárquico mayor, aunque si se observó que el orden de entrada y salida tomados no tenía relación alguna con su condición corporal lo que se relaciona a lo encontrado por Rivera (1989) quien en una prueba de competencia por sal

observó una alta repetibilidad en la prueba cuando los animales eran de la misma edad y peso.

No se encontró relación entre el orden de entrada y la conducta estral. Sin embargo, numéricamente se pudo observar una tendencia de que las vacas que tenían preferencia por una de las posiciones al final interactuaba más, es decir montaba e intentaban montar más, recibía más montas e intentos de montas, hacían y recibían más topeteos que el resto de sus compañeras de hato. Esto probablemente debido a que al ir al final tenían más tiempo y espacio para interactuar y mostrar su conducta estral más ampliamente que las del principio o intermedio. Estos resultados coinciden con los encontrados por Gutiérrez *et al.* (1993) donde observaron que generalmente las vacas de más alto nivel jerárquico (las más viejas y más pesadas) tenían una tendencia más fuerte a formar grupos sexualmente activos y por ende a tener un mayor número de interacciones estrales observadas.

Se concluye que el orden de entrada a la manga tiene mayor repetibilidad y es más consistente que el orden de entrada al corral y que el orden de salida del corral en vacas cebú, las vacas tienen preferencia por una posición y/o categoría de orden (principio, intermedio o final) independientemente de la etapa del ciclo estral en la que se encuentren y que las que toman las posiciones finales ya sea al entrar al corral, entrar a la manga y/o salir del corral interactúan más con sus compañeras de hato y expresan en mayor grado su conducta estral con un mayor número de montas, intentos de montas y topeteos que las que entraban al principio o intermedio.

Se sugiere que para estudios posteriores se identifique la jerarquía y el temperamento de las vacas a estudiar para buscar una relación entre la posición social y el orden de entrada que tienen de forma rutinaria sin ningún tipo de manipulación ni manejo.

1.2 Conducta estral bajo dos diferentes esquemas de sincronización en vacas Cebú

El número de integrantes y el tiempo que lleven como grupo también influencia sobre la manifestación del comportamiento sexual. Con solo un animal en estro la actividad de monta y la duración del estro son mínimas, en algunos casos estas vacas solo montan a otras vacas pero ellas no son montadas (como en el caso de la sincronización escalonada) (Orihuela, 2000).

Cortés *et al.*, (1999) observó que una disminución en el número de vacas en estro a un momento dado cuando son sincronizadas en días diferentes puede causar una disminución en el efecto de la facilitación social. Esto puede explicar la diferencia en la respuesta a la sincronización en el presente trabajo, ya que cuando se programaron para que presentaran estro en tres grupos con dos días de diferencia en el tratamiento de sincronización escalonada la respuesta fue menor (35.3%) que cuando se utilizó la sincronización homogénea (64.7%) lo que coincide con Porras *et al.* (1993) quienes observaron que al menos el 60% de las vacas Cebú tratadas simultáneamente con Synchronate B mostraban celo, y con Orihuela y Galina (1997) quienes demostraron que la eficiencia de estro expresada como el porcentaje de animales tratados con SMB que mostraron estro fue del 60%. Sin embargo la respuesta a celo en la sincronización escalonada fue menor a la observada por Medrano *et al.* (1995) quienes encontraron que el 40% del hato sincronizado mostraba conducta estral cuando indujeron a estro con un progestágeno a 15 vacas cebú una después de la otra con una diferencia de un día entre ellas, esperando que mostraran conducta estral de forma individual de 31-57 horas después de retirado el implante, observando que de las 9 vacas que mostraron estro 5 de ellas habían agrupado su conducta de manera que interactuaron casi exclusivamente entre ellas, sugiriendo así un papel importante del número de compañeras sexuales en la expresión del estro.

La disminución a la respuesta a celo en el presente estudio es probablemente debida a que se trabajó con dos días de diferencia en lugar de un día. Maquivar *et al.* (2002) también encontraron que las vacas tendían a agrupar su respuesta a la sincronización, las sincronizadas primero mostrando signos de estro después del tiempo esperado y las últimas antes del tiempo esperado aún con el implante insertado, concluyendo que hay factores sociales y conductuales en el hato que pueden afectar los tratamientos de sincronización.

El tiempo para presentación de conducta estral después de retirado el dispositivo intravaginal (CIDR) fue de 141 ± 59 h en la sincronización escalonada. Este intervalo tan amplio es debido probablemente a que no había el suficiente número de hembras interactuantes y que sus parejas sexuales no estaban dentro del grupo sincronizado. Sin embargo en la sincronización homogénea cuando el grupo experimental se sincronizó al mismo tiempo la respuesta fue muy compacta y el intervalo se redujo al tiempo esperado (27 ± 3 h). Lo que sugiere que entre más estable sea un grupo, menor dispersión se hallará en las horas de respuesta a celo de un fármaco haciendo de este un evento más uniforme y confiable (Medrano *et al.*, 1995). Los GSA tienden a permanecer intactos en cuanto a sus integrantes, emergiendo y disolviéndose conforme el desarrollo del ciclo estral de ese grupo sexualmente activo en particular (Williamson *et al.*, 1972). El número y familiaridad de los animales en un GSA también puede afectar la manifestación de la conducta estral (Orihuela, 2000) lo que coincide con Galina *et al.*, (1996) quien dice que el número de vacas afecta la frecuencia de monta y la longitud del estro y que si hay una sola vaca en calor esta tratará de montar a otras que no están en calor, pero si hay más de dos en calor, habrá una interacción mayor y su conducta estral será fácilmente observable dado el número de apuntadores e interactuantes.

En el presente experimento, se observó una media de 19 ± 20 h en la duración del estro en la sincronización escalonada y de 34 ± 15 h en la sincronización homogénea lo que coincide con Miller y Seidel (1984) quienes demostraron que

entre mayor es el número de hembras en estro, la frecuencia de montas y la duración del estro aumenta como se observa en la sincronización homogénea. Con solo un animal en estro a un momento dado, la actividad de montas y la duración del estro son mínimas lo que coincide con los resultados de la sincronización escalonada (Esslemont y Bryant, 1976). En algunos casos, la única vaca en estro del grupo solo monta a otras vacas pero no es montada por ninguna (Orihuela, 2000).

Medrano *et al.*, (1995) observaron que cuando las vacas eran sincronizadas para mostrar estro una después de la otra a intervalos de un día, las hembras tendían a agrupar su respuesta estral en lugar de mostrar su conducta sexual en el día que habían sido programadas. También observaron que cuando una sola vaca Cebú es inducida a estro con un progestágeno, ésta no muestra su conducta estral en el tiempo esperado sino hasta que hay otra vaca en calor lo que coincide con nuestros resultados grupales en la etapa de la sincronización escalonada donde hubo pocos animales en estro al mismo tiempo y por lo tanto, tuvieron poca oportunidad para interactuar entre ellas disminuyendo así su número de montas activas y pasivas en comparación con la sincronización homogénea.

Hurnik *et al.*, (1975) encontraron que el número de montas iniciadas incrementaba de una media de 11 con solo una vaca en estro, a 36 con dos y a 53 con tres vacas en estro al mismo tiempo. Si hay una gran disponibilidad de parejas sexuales cuando varias vacas están en estro se incrementa la estimulación dentro del GSA y por ende, la actividad sexual dentro de éste (Orihuela, 2000). Esto se explica porque hay una mayor accesibilidad a apuntadores con quienes interactuar y una mayor estimulación sexual provista por el GSA. Kilgour *et al.*, (1977) concluyeron que cuando el estro es sincronizado, hay un mayor número de animales participantes en el GSA por el efecto de los apuntadores y la estimulación sexual (este es el caso de la sincronización homogénea). En un experimento realizado por Orihuela y coautores en 1983 donde utilizaron PGF_{2α}

como herramienta para sincronizar calores con detección continua en ganado Cebú observaron que el número de montas promedio era de 15.9 durante el estro y que la duración del celo era de $14.4 \text{ h} \pm 5.1$ ($n=12$) y de 13.9 montas, con una duración del estro 12.6 ± 5.5 ($n=17$), estos resultados no coinciden con los obtenidos en este trabajo probablemente por el tipo de sincronizador, el modelo de sincronización y el número de animales disponibles.

El número de montas activas y pasivas es muy variable, en este experimento se observó que la media de montas activas fue de 1 ± 2 montas en la sincronización escalonada y de 7 ± 10 montas en la sincronización homogénea. La tendencia de que entre más montas dadas más montas recibidas coinciden con Hurnik *et al.*, (1975) y Orihuela y Galina (1997), quienes han demostrado que el tamaño y composición del grupo influye en la sincronización del estro y la frecuencia de la actividad sexual durante el celo. Orihuela (2000) observó que el número de montas en ganado bovino en celo puede ser de 1-150 mientras que Esslemont y Bryant (1976) observaron que las montas dadas y recibidas en vacas durante el estro verdadero van de 1 a 159. Orihuela y Galina (1997) observaron que el número promedio de montas por vaca durante el estro era de 13.2 ($159/12$), lo que difiere de los resultados obtenidos en este experimento ya que el número promedio de montas activas en la sincronización escalonada fue de 1 ± 2 y de 7 ± 10 en la sincronización homogénea esto debido probablemente a la disponibilidad de animales en celo para interactuar a un momento dado, lo que coincide con Hurnik *et al.*, (1975).

En cuanto a las montas pasivas se encontró diferencia estadística entre la sincronización escalonada y homogénea mostrando 4 ± 5 y 21 ± 20 montas respectivamente. Estos resultados coinciden con Williamson *et al.*, (1972) quienes observaron que a mayor número de vacas en celo, mayor número de montas. Orihuela y Galina (1997) observaron una correlación baja entre el orden de dominancia y el comportamiento sexual pero encontraron coeficientes de

correlación alta (arriba de 0.9) entre montas e intentos de montas dadas o recibidas lo que coincide con este experimento. Los resultados obtenidos y la variación en el número de montas activas/pasivas en cada tratamiento se debe principalmente a la disponibilidad de animales en celo a un momento dado mientras que en la sincronización escalonada no había suficientes parejas sexuales, en la sincronización homogénea todas tuvieron las mismas facilidades para mostrar su conducta estral. Esto se explica con lo encontrado por Castellanos *et al.*, (1997), quienes publicaron que algunas vacas parecen tener preferencias sexuales por sus compañeras dentro de los GSA. Algunas de ellas son muy atractivas sexualmente a todas las vacas para sus interacciones sexuales pero rara vez inician un acercamiento por si mismas y montan durante su estro. Esto indica que algunas vacas son más sexualmente activas que otras y que la expresión de su conducta sexual es individual (Orihuela y Galina, 1997).

El número de intentos de montas fue semejante en ambos tratamientos, siendo en la sincronización escalonada la media de 1 ± 3 intentos de montas activos (IMA) y de 1 ± 2 intentos de montas pasivos (IMP) mientras que en la sincronización homogénea fue de 3 ± 4 IMA y de 11 ± 5 IMP hallándose una correlación alta entre MA-IMA ($t = 0.594$, $p = 0.004$), MP-IMP ($t = 0.623$, $p = 0.001$) y IMA-IMP ($t = 0.421$, $p = 0.039$) lo que difiere de lo encontrado por Orihuela y coautores en 1983, quienes no encontraron asociación entre el número de montas y cualquier otro tipo de conducta estral.

En el presente trabajo de investigación se puede concluir que cuando se agrupan a los animales para sincronizarlos con diferentes esquemas, la respuesta a la presentación del estro se modifica dependiendo del número de animales disponibles al momento de entrar en calor y formar los grupos sexualmente activos la cual es mayor bajo el esquema de sincronización homogénea que en el de sincronización escalonada. En la sincronización homogénea existe un mayor número de montas que en la sincronización escalonada y el periodo postretiro del

dispositivo para el inicio del celo y la duración del estro es mayor en la sincronización escalonada que en la homogénea y que con un menor número de animales en celo a un momento dado, cada vaca hace y recibe menos montas (sincronización escalonada) que cuando hay un mayor número de animales interactuando (sincronización homogénea).

Conclusiones

- El orden de entrada a la manga tiene mayor repetibilidad y es más consistente que el orden de entrada al corral y que el orden de salida del corral en vacas cebú
- Las vacas que toman las posiciones finales ya sea al entrar al corral, entrar a la manga y/o salir del corral interactúan más con sus compañeras de hato y expresan en mayor grado su conducta estral
- Cuando se sincroniza el hato simultáneamente hay un efecto de facilitación social, acortando el intervalo del retiro del implante al inicio de estro, aumentando la homogeneidad en la respuesta, duración e intensidad estral.

Cuadros

Cuadro 1. Frecuencias del orden de entrada al corral y a la manga, y salida del corral en las vacas que mostraron o no signos de estro en la sincronización escalonada y homogénea.

Celo	Tipo de sincronización	Posición	Orden de entrada (categoría)	Lugar						TOTAL	
				Entrada al corral		Entrada a la manga		Salida del corral			
				n	%	n	%	n	%	N	%
SI	Escalonada	1-5	Principio	7	29	10	42	8	35	25	1
		6-12	Intermedio	10	42	11	46	6	26	27	1
		13-17	Final	7	29	3	13	9	39	19	1
			Total	24	100	24	100	23	100	71	3
	Homogénea	1-5	Principio	14	29	14	30	14	29	42	2
		6-12	Intermedio	18	38	20	43	18	38	56	2
		13-17	Final	16	33	13	28	16	33	45	2
			Total	48	100	47	100	48	100	143	6
	TOTAL	1-5	Principio	21	29	24	34	22	29	67	3
		6-12	Intermedio	28	39	31	44	24	42	83	4
		13-17	Final	23	32	16	23	25	29	64	2
			Total	72	100	71	100	51	100	194	9
NO	Escalonada	1-5	Principio	163	29	160	29	152	29	475	21
		6-12	Intermedio	228	41	227	41	218	42	673	29
		13-17	Final	163	29	167	30	151	29	481	21
			Total	554	100	554	100	521	100	1629	71
	Homogénea	1-5	Principio	46	29	46	29	41	29	133	6
		6-12	Intermedio	66	42	64	41	59	42	189	8
		13-17	Final	44	28	47	30	39	28	130	6
			Total	156	100	157	100	139	100	452	20
	TOTAL	1-5	Principio	209	29	206	29	193	29	608	26
		6-12	Intermedio	294	41	291	41	277	42	862	38
		13-17	Final	207	29	214	30	190	29	611	27
			Total	710	100	711	100	660	100	2081	91
TOTAL				782	34	782	34	731	32	2295	100

(Entrada al corral $p=0.979$, entrada a la manga $p= 0.416$ y salida del corral $p=0.585$)

Cuadro 2. Medianas que muestran la preferencia por una posición en la entrada al corral, entrada a la manga y salida del corral agrupando a las vacas por categorías.

Vaca	Entrada corral			Entrada manga			Salida del corral		
	Md	DE	Categoría a la que pertenece	Md	DE	Categoría a la que pertenece	Md	DE	Categoría a la que pertenece
1	12	4.25	Intermedio	14	3.17	Final	8	4.42	Intermedio
2	12	3.75	Intermedio	9	3.40	Intermedio	13	4.24	Final
3	12	4.47	Intermedio	5	3.18	Principio	11	3.86	Intermedio
4	6	4.52	Intermedio	10	4.30	Intermedio	2	5.52	Principio
5	16	5.52	Final	17	3.52	Final	10	5.19	Intermedio
6	10	5.77	Intermedio	3	5.48	Principio	15	4.82	Final
7	5	4.99	Principio	8	4.35	Intermedio	9	4.12	Intermedio
8	10	4.25	Intermedio	11	3.38	Intermedio	9	3.56	Intermedio
9	9	4.45	Intermedio	5	2.96	Principio	7	4.72	Intermedio
10	9	3.86	Intermedio	5	2.85	Principio	11	3.60	Intermedio
11	7	3.00	Intermedio	3	2.55	Principio	11	4.37	Intermedio
12	11	4.76	Intermedio	12	3.47	Intermedio	12	4.61	Intermedio
13	8	3.83	Intermedio	9	3.93	Intermedio	5	4.01	Principio
14	10	3.39	Intermedio	13	3.14	Final	10	3.35	Intermedio
15	2	2.73	Principio	10	4.65	Intermedio	1	3.01	Principio
16	4	4.08	Principio	4	3.11	Principio	6	4.60	Intermedio
17	13	4.81	Final	14	3.34	Final	12	4.57	Intermedio

Md = Mediana

DE = Desviación estándar

Cuadro 3. Medias y desviaciones estándar del número de montas activas y pasivas de las vacas que entraron al principio, intermedio o al final al entrar al corral, a la manga o al salir del corral

Lugar	Categoría de orden	Montas	
		Activas	Pasivas
Entrada al corral	Principio	4.5 ^a ±5.7	12.0 ^a ±14.6
	Intermedio	5.7 ^a ±3.3	15.8 ^a ±8.9
	Final	3.3 ^a ±5.7	14.7 ^a ±6.8
Entrada a la manga	Principio	3.7 ^a ±5.5	9.8 ^a ±8.6
	Intermedio	6.4 ^a ±12.1	10.7 ^a ±6.6
	Final	4.5 ^a ±5.2	29.0 ^a ±30.2
Salida del corral	Principio	10.0 ^a ±16.1	13.0 ^a ±14.3
	Intermedio	4.0 ^a ±3.8	16.1 ^a ±15.6
	Final	0.5 ^a ±0.7	10.5 ^a ±3.5
Promedio	Principio	6.1 ^{ac} ±3.4	11.6 ^a ±1.6
	Intermedio	5.4 ^b ±1.2	14.6 ^a ±3.0
	Final	2.8 ^c ±2.0	18.1 ^a ±9.6

*Literales distintas en la misma columna muestran diferencia estadística significativa $p < 0.05$

Cuadro 4. Medias y desviaciones estándar del número de intentos de montas activas y pasivas de las vacas que entraron al principio, intermedio o al final al entrar al corral, a la manga o al salir del corral

Lugar	Categoría de orden	Intentos de Montas	
		Activas	Pasivas
Entrada al corral	Principio	0.5 ^a ±1.0	1.5 ^a ±3.0
	Intermedio	3.3 ^a ±3.0	3.7 ^a ±1.7
	Final	1.3 ^a ±2.3	5.3 ^a ±7.5
Entrada a la manga	Principio	1.8 ^a ±2.6	4.0 ^a ±4.5
	Intermedio	2.1 ^a ±3.3	2.1 ^a ±3.2
	Final	3.3 ^a ±4.2	5.0 ^a ±6.2
Salida del corral	Principio	3.5 ^a ±6.3	3.8 ^a ±3.8
	Intermedio	1.5 ^a ±3.5	3.6 ^a ±3.7
	Final	4.0 ^a ±4.24	2.0 ^a ±2.8
Promedio	Principio	1.9 ^a ±1.5	3.1 ^a ±1.3
	Intermedio	2.3 ^a ±0.5	3.2 ^a ±0.8
	Final	2.9 ^a ±1.4	4.1 ^a ±1.8

*Literales distintas en la misma columna muestran diferencia estadística significativa $p < 0.05$

Cuadro 5. Medias y desviaciones estándar del número de topeteos activos y pasivos de las vacas que entraron al principio, intermedio o al final al entrar al corral, a la manga o al salir del corral

Lugar	Categoría de orden	Topeteos	
		Activas	Pasivas
Entrada al corral	Principio	2.3 ^a ±1.7	12.0 ^a ±1.7
	Intermedio	3.3 ^{ab} ±2.2	15.8 ^a ±4.2
	Final	0.3 ^b ±0.5	14.7 ^a ±2.3
Entrada a la manga	Principio	2.2 ^{ab} ±2.3	9.8 ^a ±3.8
	Intermedio	4.1 ^{ab} ±5.8	10.7 ^a ±4.2
	Final	0.3 ^{ab} ±0.5	29.0 ^a ±10.5
Salida del corral	Principio	1.8 ^{ab} ±0.9	13.0 ^a ±9.2
	Intermedio	1.3 ^{ab} ±1.91	16.1 ^a ±10.5
	Final	11.0 ^{ab} ±7.0	10.5 ^a ±7.4
Promedio	Principio	2.1 ^a ±0.3	2.1 ^a ±0.9
	Intermedio	2.9 ^a ±1.4	2.2 ^a ±0.4
	Final	3.9 ^a ±6.1	3.7 ^a ±2.4

*Literales distintas en la misma columna muestran diferencia estadística significativa $p < 0.05$

Cuadro 6. Registro de las horas a presentación de estro posretiro del implante y de las horas de estro bajo el esquema de sincronización escalonada y homogénea

Identificación vaca	Horas a presentación de estro posretiro del implante		Horas de estro	
	SE	SH	SE	SH
1		25		32
2		33		32
3	183	29	6	38
4	187	23	6	50
5	189	23	6	38
6	109		46	
7	139	23	6	36
8				
9		27		10
10		23		52
11				
12				
13	41		44	
14				
15		27		50
16		29		6
17		31		32
Media	141^a	27^b	19^a	34^b
Mediana	161	27	6	36
Desviación estándar	59	3	15	15

*Literales diferentes entre columnas indican diferencia estadística ($p > 0.05$)

SE = Sincronización escalonada
SH = Sincronización homogénea

Cuadro 7. Registro de las actividades de montas activas y pasivas, intentos de montas activos y pasivos y topeteos activos y pasivos bajo los esquemas de sincronización escalonada y/o homogénea

Identificación vaca	Montas				Intentos de montas				Topeteos			
	Activas		Pasivas		Activas		Pasivas		Activas		Pasivas	
	SE	SH	SE	SH	SE	SH	SE	SH	SE	SH	SE	SH
1		8		72		9		4		0		2
2		1		8		1		0		16		4
3	0	0	3	3	1	0	2	0	4	1	7	1
4	0	34	1	16	0	13	0	8	1	1	2	1
5	0	10	1	22	0	4	0	14	0	1	1	5
6	0		13		7		4		6		9	
7	1	3	1	14	0	0	0	0	2	4	4	0
8												
9		8		21		1		12		1		1
10		1		18		1		6		1		0
11												
12												
13	5		3		1		1		2		0	
14												
15		1		32		0		6		3		2
16		13		1		2		0		0		1
17		0		21		0		2		0		1
Media	1	7.2	3.6	20.7	1.5	2.8	1.2	4.7	2.5	2.5	3.8	1.6
Desv std	2	9.9	4.6	19.2	2.8	4.3	1.6	5	2.16	4.6	3.54	1.6

SE = Sincronización escalonada
 SH = Sincronización homogénea
 Desv std = Desviación estándar

Cuadro 8. Registro de las actividades de montas activas y pasivas, intentos de montas activos y pasivos y topeteos activos y pasivos por hora de presentación de estro bajo los esquemas de sincronización escalonada y/o homogénea

Identificación vaca	Montas				Intentos de montas				Topeteos			
	Activas		Pasivas		Activas		Pasivas		Activas		Pasivas	
	SE	SH	SE	SH	SE	SH	SE	SH	SE	SH	SE	SH
1		0.25		2.25		0.28		0.12		0		0.06
2		0.03		0.25		0.03		0		0.05		0.12
3	0	0	0.5	0.79	0	0	0.33	0	0.66	0.03	1.16	0.03
4	0	0.68	0.16	0.32	0	0.26	0	0.16	0.17	0.02	0.33	0.02
5	0	0.26	0.16	0.58	0	0.11	0	0.37	0	0.02	0.17	0.13
6	0		0.28		0.15		0.09		0.13	6		0.19
7	0.11	0.08	0.16	0.388	0	0	0	0	0.33	0.11	0.66	0
8												
9		0.8		2.1		0.10		1.2		0.1		0.1
10		0.02		0.346		0.02		0.12		0.02		0
11												
12												
13	0.11		0.68		0.02		0.02		0.04		0	
14												
15		0.02		0.64		0		0.12		0.06		0.04
16		2.16		0.17		0.33		0		0		0.17
17		0		0.66		0		0.06		0		0.03
Media	0.04	0.39	0.22	0.77	0.03	0.10	0.07	0.20	0.22	0.08	0.42	0.05
Desv std	0.06	0.65	0.15	0.72	0.06	0.13	0.13	0.35	0.24	0.14	0.43	0.06

SE = Sincronización escalonada
SH = Sincronización homogénea
Desv std = Desviación estándar

FIGURAS

Figura 1. Gráfica que muestra las frecuencias individuales del orden de entrada al corral de las vacas y su predilección por cierta categoría (principio, intermedio o final).

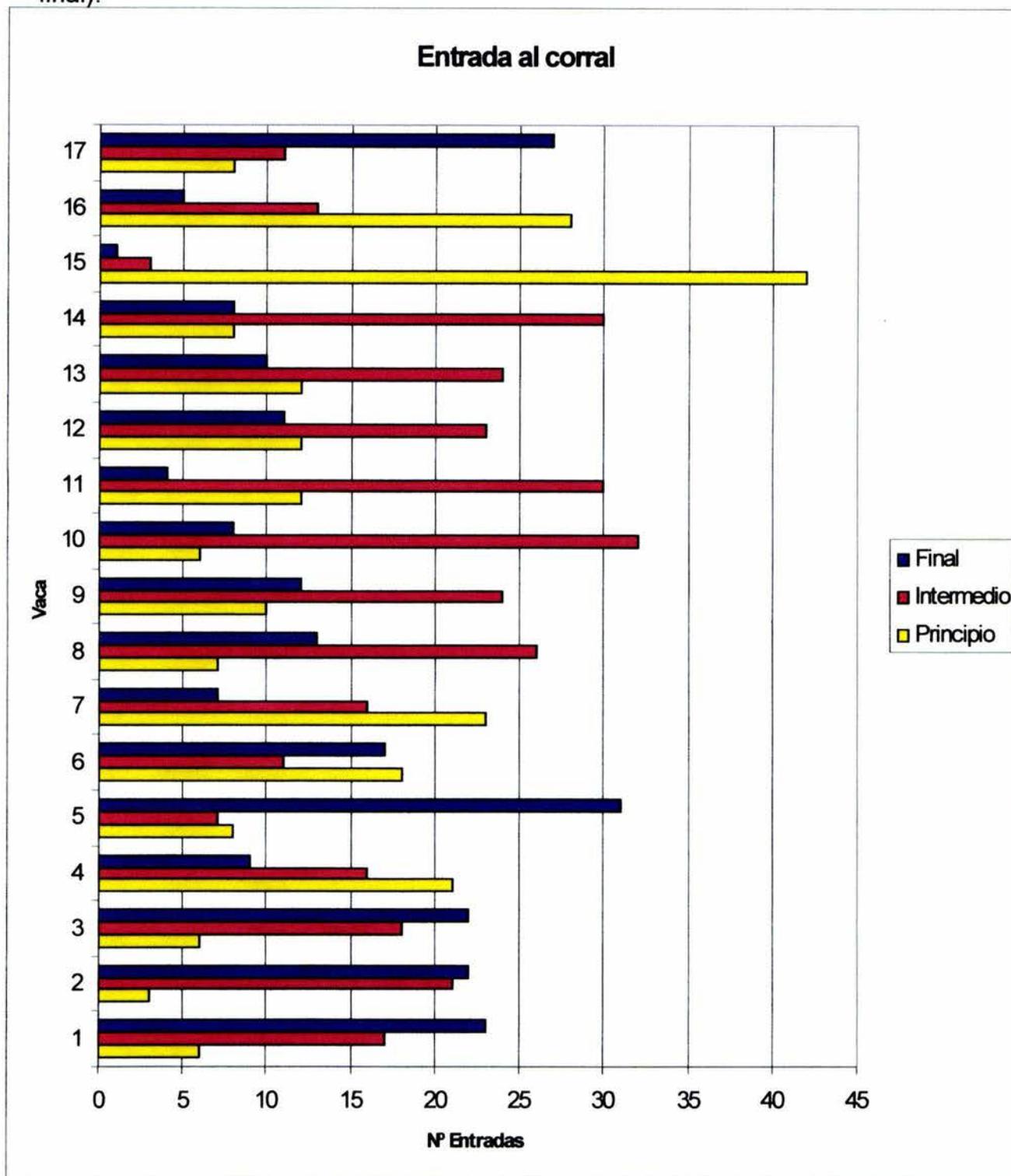


Figura 2. Gráfica que muestra las frecuencias individuales del orden de entrada a la manga de las vacas y su predilección por cierta categoría (principio, intermedio o final).

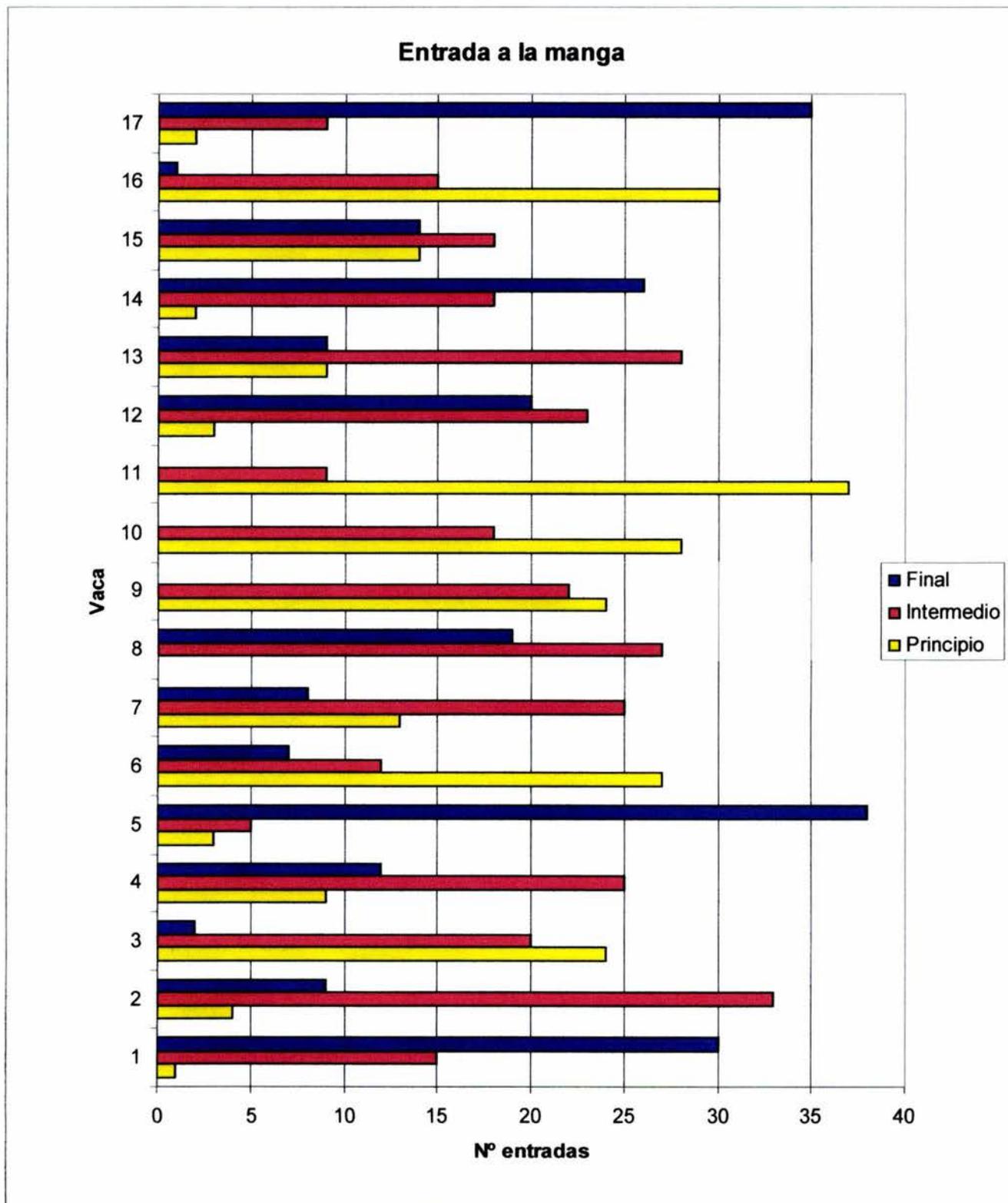


Figura 3. Gráfica que muestra las frecuencias individuales del orden de salida del corral de las vacas y su predilección por cierta categoría (principio, intermedio o final).

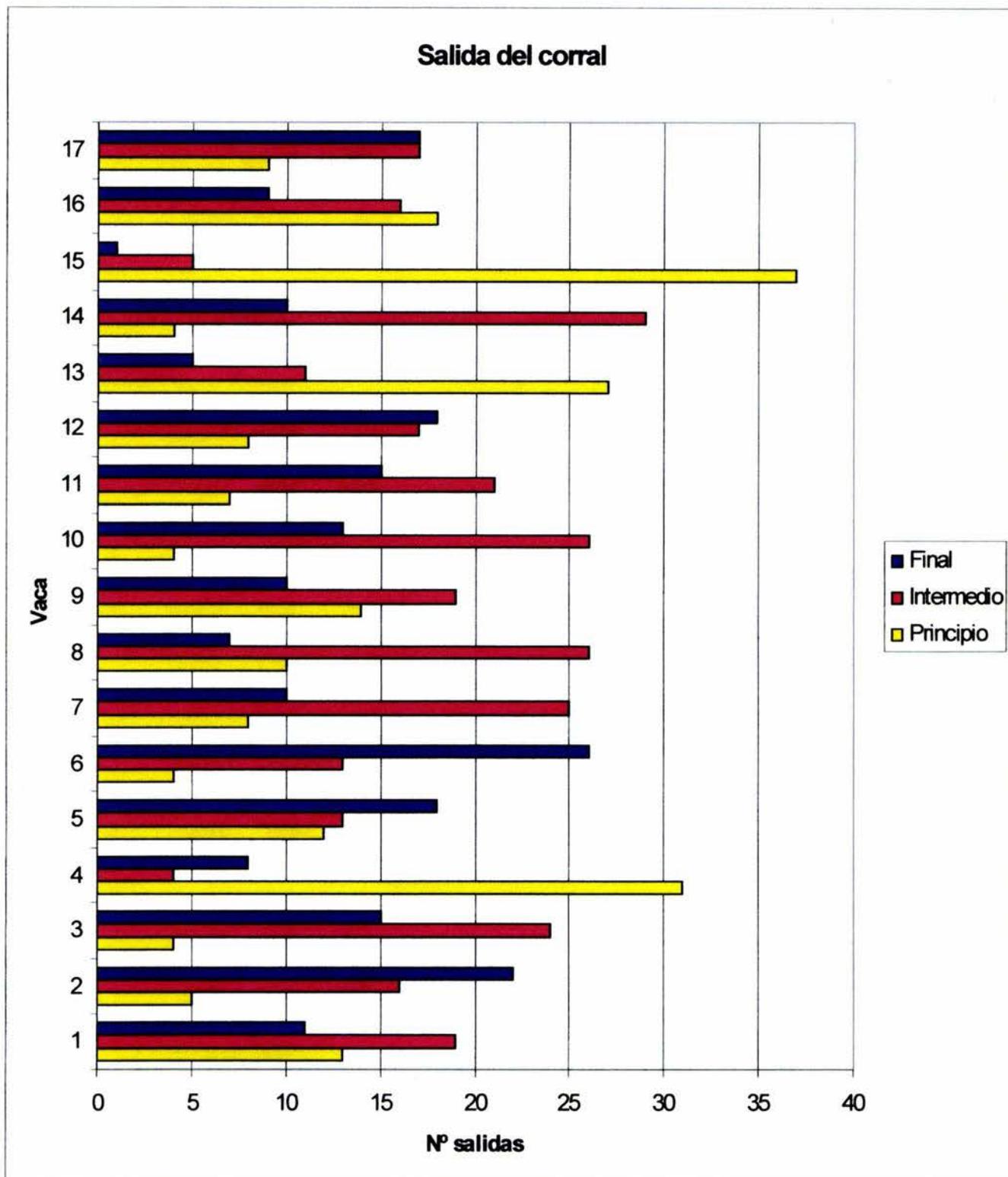
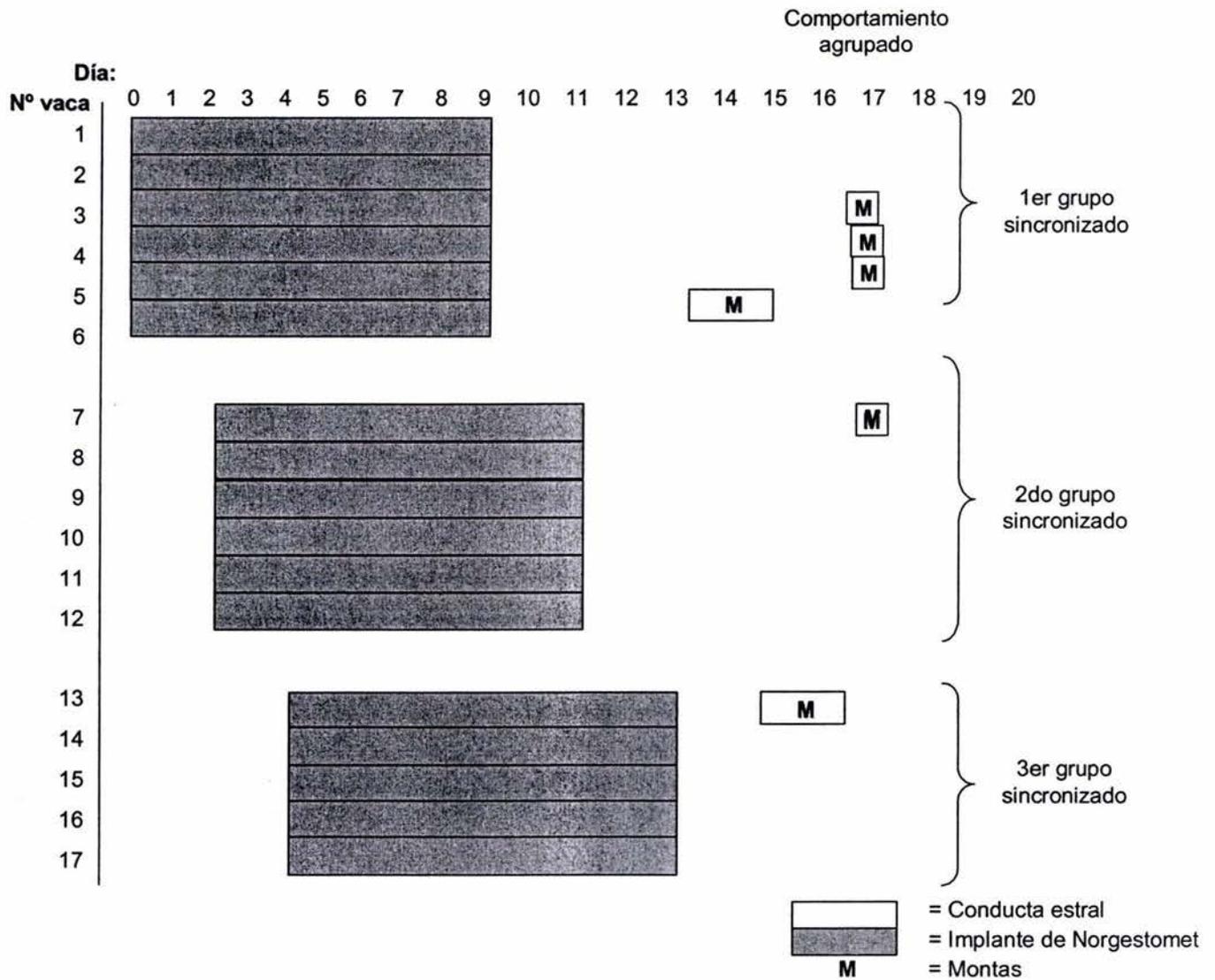


Figura 4. Esquema de sincronización escalonada y conducta estral



Literatura citada

1. Andrade O, Orihuela A, Solano J, Galina CS. Some effects of repeated handling and the use of a mask on stress responses in zebu cattle during restraint. *Applied Animal Behaviour Science* 2001; 71:175-181.
2. Anta E, Rivera JA, Galina CS, Porras A, Zarco LA. Análisis de la información publicada en México sobre eficiencia reproductiva de los bovinos. II. Parámetros reproductivos. *Veterinaria México* 1989;20:11 – 18.
3. Beal WE, Notter DR, Alters RM. Techniques for estimation of milk yield in beef cows and relationships of milk yield to calf weight gain and postpartum reproduction. *Journal of Animal Science* 1990; 67:937 – 943.
4. Bearden HJ y Fuquay J. Reproducción Animal Aplicada. El Manual Moderno, México, D.F. 1982.
5. Brink WE y Kiracofe GH. Effect of estrous cycle stage at Syncro-mate B treatment on conception and time to estrus in cattle. *Theriogenology* 1988; 29: 513-518.
6. Browning R, Robert BS, Lewis AW, Neuendorff DA, Randel RD. Effects of postpartum nutrition and once-daily suckling on reproductive efficiency and preweaning calf performance in fall-calving Brahman (*Bos indicus*) cows. *Journal of Animal Science* 1994; 72:984-989.
7. Basurto CH, Alonso DMA y González GS. Eficiencia reproductiva de vacas Cebú en amamantamiento restringido, tratadas con Norgestomet y PMSG en empadre estacional en el trópico húmedo. *Memorias del XXIII Congreso*

Nacional de Buiatría; Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC 1999:139.

8. Castellanos FA, Orihuela A, Galina CS. Oestrus expression in dairy cows and heifers (*Bos taurus*) following repeated *PGF2 α* injection and choice of selecting a mounting partner. *Applied Animal Behaviour Science* 1997; 51:29-37.
9. Cortés R, Orihuela A, Galina CS. Effect of sexual partners on the oestrus behaviour response in Zebu cattle (*Bos indicus*) following synchronisation with a progestagen (Synchro-mate B). *Asian-Australian Journal of Animal Science* 1999;12:515-519.
10. De Alba J. *Reproducción Animal*. 1ª edición. La Prensa Médica Mexicana. México, D.F. 1985.
11. Diamond M. Vaginal stimulation and progesterone in relation to pregnancy and parturition. *Biology Reproduction* 1972;6:281-287.
12. Esslemont RJ, Bryant JJ. Oestrus behaviour in a herd of dairy cows. *Veterinary Records* 1976;19:472-475.
13. Galina CS, Arthur GH a. Review of cattle reproduction in the tropics. Part 4. Oestrus cycles. *Animal Breeding Abstracts* 1990; 58: 698-707.
14. Galina CS, Arthur GH b. Review of cattle reproduction in the tropics. Part 5. Fertilization and Pregnancy. *Animal Breeding Abstracts* 1990; 58:805-813.

15. Galina CS, Calderón A, McCloskey M. Detection of signs of estrus in the Charolais cow and its Brahman cross under continuous observation. *Theriogenology* 1982, 17:485-498.
16. Galina CS, Orihuela A, Rubio I. Behavioural trends affecting oestrus detection in Zebu cattle. *Animal Reproduction Science* 1996; 42:465-470.
17. García E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen, UNAM, Instituto de Geografía. Capítulo 15 (1973).
18. Grandin T. Observations of cattle behaviour applied to the design of handling facilities. *Applied Animal Ethology* 1980; 6:19-33.
19. Gutiérrez C, Galina CS, Rubio I. The influence of the social structure of a Zebu herd on the manifestation of signs of oestrus. *World Review of Animal Production* 1993; 28:57-70.
20. Hernández CJ. Sincronización de estros utilizando prostaglandina $F_{2\alpha}$ y/o progestágenos. *Bovinos. Mejoramiento Animal: Reproducción*. División Sistema Universidad Abierta y Educación a Distancia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. 2ª edición, 2000. pp. 111-119.
21. Hurnik JF, King GJ, Robertson HA. Oestrus and related behavior in postpartum Holstein cows. *Applied Animal Ethology* 1975; 2:55-58.
22. Kilgour R, Skarsholt BH, Smith JF, Bremmer KJ, Morrison MCL. Observations on the behaviour and factors influencing the sexually active group in cattle. *Proc NZ Soc Animal Production* 1977; 53:128-135

23. Landivar C, Galina CS, Duchateau A, Navarro FR. Fertility trial in zebu cattle after a natural or controlled estrus trial in zebu cattle after a natural or controlled estrus with Prostaglandin $F2\alpha$, comparing natural mating with Artificial Insemination. *Theriogenology*.1985:421-429.
24. Lindsay DR. Environment and reproductive behavior. *Animal Reproduction Science* 1996; 42:1-12.
25. McGuire WJ, Larson RL, Kiracofe GH. Synchron-mate B induces oestrus in ovariectomized cows and heifers. *Theriogenology* 1990;34:33-37.
26. MacMillan KL, Taufan VK, Barnes DR, Day AM. Plasma progesterone concentrations in heifers and cows treated with a new intravaginal device. *Animal Reproduction Science* 1991; 26:25-40.
27. Maquivar M, Galina CS, Orihuela A. Cows treated with Synchron-mate B may cluster their sexual behaviour independent of follicular growth at the time of oestrus. *Physiology and Behavior* 2002; 76:199-203.
28. Medrano EA, Hernández O, Lamothe C, Galina CS. Evidence of asynchrony in the onset of signs of estrus in Zebu cattle treated with a progestagen ear implant. *Research in Veterinary Science*. 1995; 60:51-54.
29. Miller BAE, Seidel GE. Why do cows mount other cows? *Applied Animal Behaviour Science* 1984;13:237-241.

30. Morrel JM, Noakes DE, Zintzaras E, Dresser DW. Apparent decline in fertility in heifers after repeated oestrus synchronisation with clorprostenol. *Veterinary Records* 1991;128:404-407.
31. Murray A, Cavalieri J, Occhio MJD, Whyte TR, Madellan LJ, Fitzpatrick LA. Treatment with progesterone and 17β -oestradiol to induce emergence of a newly recruited dominant ovulatory follicle during oestrus synchronisation with long-term use of norgestomet in Brahman heifers. *Animal Reproduction Science* 1998;50:11-26.
32. Orihuela A. Algunos factores que afectan la manifestación conductual del estro en el ganado bovino. Primer Congreso Nacional de Etología Veterinaria; 1997, noviembre 6-7; México, D.F.; Sociedad Mexicana de Etología Veterinaria, AC, 1997:24-27.
33. Orihuela A, Galina CS. Social order measured in field and pen conditions and its relation with sexual behavior in Brahman (*Bos indicus*) cows. *Applied Animal Behaviour Science* 1997; 52:3-11.
34. Orihuela A, Galina CS, Escobar J, Riquelme E. Estrous behaviour following prostaglandin $F2\alpha$ injection in Zebu cattle under continuous observation. *Theriogenology* 1983;19:795-809.
35. Orihuela A, Solano JJ. Relationship between order of entry in slaughterhouse race way and time to transverse raceway. *Applied Animal Behaviour Science* 1994;40:313-317.
36. Orihuela A. Some factors affecting the behavioural manifestation of oestrus in cattle: A review. *Applied Animal Behaviour Science* 2000;70:1-16

37. Peters AR. Herd management for reproductive efficiency. *Animal Reproduction Science* 1996; 42:455-464.
38. Pinheiro OL, Barros CM, Figueiredo RA, do Valle ER, Encarnao RO, Padovani CR. Estrous behavior and the estrus-to-ovulation reproduction interval in Nelore cattle (*Bos indicus*) with natural estrus or estrus induced with prostaglandin F2 or norgestomet and estradiol valerate. *Theriogenology* 1998;49:667-707.
39. Plasse D, Warnick AC, Koger M. Reproductive behavior of *Bos indicus* females in a subtropical environment. IV. Length of estrous cycle, duration of estrus, time of ovulation, fertilization and embryo survival in grade Brahman heifers. *Journal of Animal Science* 1970;30:63-72.
40. Porras A, Galina CS, Zarco LA. Control del estro en ganado *Bos indicus* en condiciones tropicales. Efecto de la utilización del Norgestomet combinado con estrógenos. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 1993;1:175-185.
41. Price EO. Sexual behavior of female domestic mammals. *Veterinary Clinics of North America-Food Animal Practice-Farm Animals Behavior*. 1987;3:405-421.
42. Quesada Y, Estrada S, Cubero M, García F, Galina CS, Molina R, Orihuela A. A note on the effects of calf stimuli on the response of Zebu cows to Synchro-mate B. *Applied Animal Behaviour Science* 2001; 71:183-189.
43. Rivera L. Valoración de una prueba de jerarquía en la selección de novillotas cebú para programas reproductivos. Tesis de Licenciatura,

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 1989.

44. SAGAR. Situación actual y perspectivas de la producción de leche de ganado bovino. Centro de Estadística Agropecuaria, Dirección General de Ganadería. 2000.
45. Siegel S, Castellan NJ. Estadística no paramétrica. Aplicada a las Ciencias de la conducta. 2ª reimpresión. Editorial Trillas. México, 2001.
46. Spitzer JC, Burell WC, LeFever DG, Whitman RW, Wiltbank JN. Synchronization of estrus in beef cattle. III. Field trials in heifers using a norgestomet implant and injections of norgestomet and estradiol valerate. *Theriogenology* 1978;10:181-200.
47. Syme LA, Elphick GR. Heart-rate and the behavior of sheep in yards. *Applied Animal Ethology* 1982; 9:31-35.
48. Thomas I, Dobson H. Oestrus during pregnancy in the cow. *Veterinary Record* 1989;124:387-390.
49. Vaca LA, Galina CS, Fernández-Baca S, Escobar FJ, Ramírez B. Oestrus cycles, oestrus and ovulation of the Zebu in the Mexican tropics. *Veterinary Record* 1985;117:434 – 437.
50. Walker WL, Nebel RL, Mcgilliard ML. Time of ovulation relative to mounting activity in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 1996;79:1555-1561.
51. Williamson NB, Morris RS, Blood DC, Cannon CM, Wright PJ. A study of oestrus behaviour and oestrus detection methods in a large commercial

dairy herd. II. Oestrus signs and behaviour patterns. Veterinary Record 1972;91:58 - 62.

52. Wishart DF. Observations on the estrus cycle of the Friesian Heifer. Veterinary Record 1972;90:595-597.

53. Zarco LA, Hernández J. Momento de ovulación y efecto del intervalo entre el inicio del estro y la inseminación artificial sobre el porcentaje de concepción a vaquillas Holstein. Veterinaria México 1996; 27:279-283.