

01669
2es.
6



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
División de Estudios de Postgrado



**DISTRIBUCION DE LA FERTILIDAD EN LOS 90
DIAS SIGUIENTES AL ESTRO NATURAL O
INDUCIDO CON PROSTAGLANDINAS
BAJO MONTA NATURAL O
INSEMINACION ARTIFICIAL.**

T E S I S

Que para obtener el grado de:
MAESTRO EN PRODUCCION ANIMAL

P r e s e n t a :

M.V.Z. Carlos Eduardo Wild Santamaría

**Asesores: Dr. Carlos S. Galina Hidalgo
Dr. Ricardo Navarro Fierro
Dr. Agustín Orihuela Trujillo**

México, D. F.

1989

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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 está 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.

RESUMEN

CARLOS EDUARDO WILD SANTAMARIA. Distribución de la fertilidad en los 90 días siguientes al estro natural o inducido con prostaglandinas bajo monta natural o inseminación artificial. (Bajo la dirección del DR. CARLOS S. GALINA HIDALGO).

El presente trabajo se llevó al cabo en cuatro explotaciones ganaderas comerciales localizadas en el estado de Veracruz, en un clima tropical húmedo, utilizando 390 hembras de raza Gyr e Indobrasil de 5.8 años en promedio, todas en pastoreo extensivo. Se formaron cuatro grupos: Grupo I (114 vacas) a las que se les detectó por palpación rectal un cuerpo lúteo (CL), se les aplicó por vía intramuscular 25 mg de prostaglandina F2 α (PGF2 α) y se les dió servicio de inseminación artificial (IA) al presentar estro. Grupo II (119 vacas) a éstas no se les detectó un CL pero si evidencia de actividad ovárica, no se aplicó PGF2 α , el servicio fué de IA al presentar estro. Grupo III (67 vacas) fueron inyectadas con 25 mg de PGF2 α después de la identificación de un CL y colocadas con un toro de fertilidad comprobada para su servicio por monta natural (MN) en potrero. Grupo IV (90 vacas) con el mismo tratamiento que el grupo II y en servicio de MN. El promedio de hembras con CL en las cuatro explotaciones osciló entre 38.5 y 51.5%. La detección de signos de estro se realizó durante cinco días, dos veces al día, observando los animales por 30 minutos al amanecer y

antes de anochecer, en los grupos donde existió toro, estos se equiparon con arnés marcador, la detección de estro fué por observación de la conducta y marcas de pintura producto de la monta de los toros. Para el análisis estadístico de los datos se utilizó un análisis de varianza con un modelo factorial 2x2 en bloques en los que se incluyó el tipo de servicio (inseminación artificial ó monta natural) y el tipo de estro (sincronizado ó natural) y el rancho como bloque. Los resultados por tipo de servicio ya sea por IA ó MN fueron: horas a la presentación de estro después de la PGF2 α , 69.6 y 54.0 h (P<0.05); el porcentaje de hembras en estro en los primeros cinco días postinyección fué de 45.5 y 17.8% (P>0.01). El porcentaje de fertilidad fué 18.0 y 10.8% (P>0.05) (NS) en los primeros cinco días del experimento; 29.6 y 39.5% (P>0.01) hasta los 21 días; 46.8 y 59.9% (P>0.01) a los 68 días y de 55.4 y 61.2% (P<0.05) a los 90 días de empadre. Los resultados según el tipo de estro (sincronizado o natural) fueron; horas a calor 65.4 y 58.2 h (P>0.05) (NS); porcentaje de hembras en estro 54.1 y 17.2% (P>0.01). En ambos tipos de estro se produjeron tasas de fertilidad similares a lo largo del experimento (P>0.05) (NS). Se concluye que la MN fué mejor en fertilidad acumulada que la IA y que un programa reproductivo más allá de los 68 días no justifica la inversión de tiempo ya que el incremento en fertilidad posterior al día 68 fué muy bajo: 8.6% en IA y 1.3% en MN.

DATOS BIOGRAFICOS

El autor nació en Tampico Tam. el 24 de junio de 1956. Realizó estudios de licenciatura en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán obteniendo el título de Médico Veterinario Zootecnista en el año de 1981.

De 1979 a 1982 prestó sus servicios como profesor de tiempo completo en el Instituto Tecnológico Agropecuario #4 de Altamira Tam. Ha participado en reuniones, seminarios y conferencias de carácter regional en la zona de las Huastecas en el área de reproducción bovina. Es miembro de la Asociación Mexicana de Producción Animal.

En 1982 se inscribió como estudiante de posgrado en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U.N.A.M. para obtener el grado de Maestro en Producción Animal:área Reproducción Animal.

En 1985 se incorporó a su anterior actividad donde a la fecha sigue laborando.

LISTA DE CONTENIDO

Contenido	Página
I.- Introducción	1
II.- Revisión de la literatura	7
A) Signos de estro	7
B) Sincronización de estros	15
C) Fertilidad	24
III.- Material y Métodos	33
A) Ubicación geográfica	33
B) Animales experimentales	34
C) Grupos experimentales	35
D) Procedimiento experimental	35
E) Método estadístico	38
IV.- Resultados	40
V.- Discusión	44
Cuadros	57
Gráficas	69
VI.- Literatura citada	70

LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro</u>	<u>Página</u>
1. Recopilación de diversos autores sobre la duración del estro natural en ganado explotado bajo condiciones tropicales	57
2. Respuesta a estro en ganado cebuino sincronizado con una dosis de PGF2 α	58
3. Porcentaje de fertilidad a estro natural obtenido por diversos autores en diferentes periodos de empadre en ganado cebuino	59
4. Porcentaje de fertilidad en vaquillas y vacas obtenida por diversos autores en ganado explotado en condiciones tropicales	60
5. Porcentaje de fertilidad en ganado cebuino sometido a diferentes tratamientos de sincronización estral	61
6. Número de animales utilizados en los diversos grupos experimentales distribuidos por rancho	63
7. Resultados por tipo de servicio en algunas de las variables analizadas	64
8. Resultados por tipo de estro en algunas de las variables analizadas	64
9. Hora promedio de la presentación de estro en los cinco días posteriores al inicio del experimento	65
10. Porcentaje de hembras en calor en los cinco días siguientes a la administración de la droga sincronizadora por rancho	65
11. Intervalo del inicio del experimento al primer servicio (hs)	66
12. Porcentaje y número de vacas gestantes, vacías y eliminadas en el empadre de 90 días en los diversos grupos experimentales	66
13. Comparación del porcentaje de gestación en los grupos experimentales con lo encontrado por otros autores	67

14. Distribución de gestaciones en el empadre de 90 días con primer periodo de cinco días más cuatro ciclos o periodos estrales68
15. Distribución de gestaciones en empadre de 90 días con cuatro ciclos estrales de 21 días68

Gráfica

1. Fertilidad acumulada a lo largo del empadre de 90 días69

I.- Introducción

El 40% del ganado bovino se encuentra en la región de los trópicos, la cual abarca ambos lados de la línea ecuatorial, delimitada al norte por el Trópico de Cáncer y al sur por el Trópico de Capricornio. Sin embargo, debido a la baja productividad animal solo contribuye con aproximadamente el 25% de las necesidades de producción de leche y el 50% de los requerimientos de carne, las cuales son imprescindibles de aumentar para abastecer a los habitantes de esas regiones, que en 1978 eran el 34% de la población mundial (12).

El 73% de las áreas tropicales reciben más de 300 mm de lluvia al año, cantidad mínima a partir de la cual puede haber cierto desarrollo ganadero basado en pastos. Sin embargo, en la mayor parte de esas áreas las lluvias son erráticas, afectando la disponibilidad de pasto y por ende la producción animal (98).

En estas regiones la especie de ganado bovino que predomina es el de la especie *Bos indicus* (ganado cebuino). Esta especie es la de mayor resistencia y capacidad para prosperar en los climas tropicales y subtropicales debido a su gran rusticidad y alta resistencia a las enfermedades (80).

Un 39% del ganado bovino en el país, es de razas cebuinas y un 33.8% es ganado criollo (animales mestizos con una gran proporción de cebuino), de los cuales el 20.1% es

ganado productor de leche y el 79.8% es productor de carne (17). El ganado cebuino se encuentra entonces ampliamente representado en el país, pero dada su rusticidad la producción de leche y carne de estos animales es baja.

Una de las principales causas de esta baja aportación es la pobre eficiencia reproductiva del ganado que se encuentra en los trópicos (92). Este bajo rendimiento puede ser debido al escaso conocimiento sobre los mecanismos fisiológicos del ganado Bos indicus que predomina en las regiones tropicales (69). Se han encontrado algunas diferencias fisiológicas entre el ganado cebú y el ganado Bos taurus; Randel (66) afirma que las vacas cebú presentan características diferentes a las razas europeas en lo que respecta a niveles circulantes de progesterona durante el ciclo estral, tamaño del cuerpo lúteo y secreción de progesterona, así como la curva de nivel de hormona luteinizante (LH) en la raza Brahman al momento de la ovulación (68). Sin embargo, Jiménez y col. (37) compararon la concentración de la hormona luteinizante (LH) en ganado Suizo e Indobrasil durante el proestro y estro tanto de un celo natural como uno sincronizado con prostaglandina F2alfa y encontraron que en el estro sincronizado existió una dispersión mayor de cuando ocurrió el pico de la hormona luteinizante en el ganado Indobrasil, no obstante en el estro natural las concentraciones de LH fueron casi idénticas. Sin embargo aparte de estas discrepancias los perfiles hormonales tanto de LH como de estrógenos y progesterona fueron similares.

Estos resultados son a su vez diferentes a las marcadas diferencias encontradas por Randel (69), en el pico de LH entre Bos taurus y Bos indicus, siendo menos pronunciado y más tardío en relación al estro en el ganado indiano. Estas discrepancias en la literatura tienden a indicar que posiblemente existan diferencias endócrinas importantes aún entre las diferentes razas de cebú y no sólo cuando se le compara con el Bos taurus.

Otro factor asociado a la pobre eficiencia reproductiva del ganado en el trópico es el largo intervalo entre partos, dado en gran medida por la lenta actividad ovárica posparto, Rao y col.(70) en un estudio con vacas cebú determinaron que el primer calor posparto se presenta a los 17.4 días con un 35.4% de calor aparente y un 64.6% de hembras cuyos síntomas de celo no fueron manifiestas; el segundo calor posparto ocurre a los 18.1 días después del primero, con un 39.3% de ovulación silenciosa; el tercer calor se presenta a los 20.3 días con un 25.9% de ovulación silenciosa. El intervalo entre partos se ve afectado por el nivel nutricional, lactancia, edad de la vaca, época del año y raza (15,16,57,95). Dunn y col.(13) informan que el consumo de energía después del parto influye en la actividad ovárica, ellos determinaron que con niveles altos y bajos de energía, un 25 y 6% de las vacas respectivamente entraron en calor a los 40 días. Cuando esta misma dieta se mantuvo por 60 días el porcentaje de hembras que mostraron celo fué de 44 y 69% para los dos grupos respectivamente y si la dieta se mantenía por 90 días se

llego a determinar un 80 y 88% de calores. Este experimento tiende a demostrar que los niveles de energía son esenciales durante los primeros 60 días posparto, y también sugiere que los animales son capaces de compensar las dietas bajas de energía para los 90 días posparto donde la diferencia entre grupos fué del 8% de hembras ciclando para este periodo.

Como se ha mencionado, los mecanismos fisiológicos, así como los parámetros reproductivos, tienden a indicar diferencias entre Bos indicus y Bos taurus, esto ha ocasionado que cuando se han intentado poner en práctica mecanismos de mejora zootécnica a través de la inseminación artificial o programas de sincronización estral en ganado cebú, se aplican modelos técnicos aceptables para ganado Bos taurus pero no necesariamente de aplicación ventajosa para el ganado de tipo Bos indicus.

Entre las ventajas de utilización de la inseminación artificial en el ganado cebuino destacan las referentes hacia lograr un mejoramiento genético de las razas en un tiempo más corto, hacer uso más eficiente de los sementales, e introducir genes lecheros al trópico para evitar depender de las zonas templadas en la producción de leche.

De las ventajas de la sincronización estral, sobresale la de concentrar los calores de las vacas para una mejor utilización de la inseminación artificial, así como el control de la fecha de parto o selección de la mejor época de parición, uniformidad en la edad de la becerrada,

incrementando finalmente la eficiencia en la producción animal.

De los trabajos publicados donde se mide el porcentaje de concepción en ganado cebuino tanto a monta natural (MN) como a inseminación artificial (IA) por medio de la sincronización de estros o por métodos tradicionales de colocar un grupo de hembras con un toro en el potrero o de utilizar la IA sin la necesidad de aplicar fármacos, referido de aquí en adelante en el texto como monta a un estro natural e IA a un estro natural, han demostrado que la fertilidad a primer servicio por lo general no excede de un 35% a IA y un 52.2% a monta natural (ver Cuadro 1).

Se considera necesario realizar un estudio comparativo sobre la fertilidad que se pueda obtener en hembras cebú ya sea después de un periodo de inseminación artificial en estros naturales comparado con la que se pudiera lograr en celos posteriores a la manipulación de éstos por medio de fármacos como la prostaglandina. Debido a que la fertilidad obtenida después de la IA puede ser producto de una deficiente eficiencia reproductiva de las hembras cebú y no sea un reflejo de la técnica aplicada, sería deseable en un experimento comparar los resultados obtenidos en cuanto a gestaciones por inseminación artificial, con grupos de hembras cuya fertilización se logre a través del servicio de monta natural en vacas donde no se utilizaran fármacos como

en aquellas que fueran sincronizadas en una ocasión con la prostaglandina siendo este el objetivo principal del estudio.

La mayoría de los estudios existentes sobre fertilidad en ganado cebuino, se basan en los hallazgos obtenidos al primer estro subsecuente a una sincronización, otro objetivo de este estudio es analizar la distribución de gestaciones en un empadre de 90 días (evaluando fertilidad global y por ciclos estrales) comparando el comportamiento de hembras con estro inducido con prostaglandinas y vacas con estro natural, valorando los resultados tanto de la inseminación artificial como de la monta natural.

II.- Revisión de la literatura

A) Signos de estro

El estro, calor o celo, se caracteriza por la búsqueda de las hembras al macho, o por la interacción de éstas en una conducta homosexual de monta (42). En un estudio sobre comportamiento del ganado lechero en estro, Williamson y col. (97) detectaron que uno de los signos más relevantes o confiables de una vaca en calor es el dejarse montar por otras vacas, permaneciendo quieta durante la monta, si la monta se realiza a una vaca que no está en calor ésta evitará ser montada. La actividad de monta ocurre en vacas en proestro, estro o metaestro temprano, las vacas tienden a formar un grupo sexualmente activo y pueden montar o intentar montar a vacas que no estén desarrollando esta actividad. Se ha observado en las vacas cebú que la actividad de monta es casi exclusiva de las vacas en estro aunque ésta es muy esporádica (59,60), siendo esto diferente a lo publicado en ganado del tipo europeo donde la actividad de monta puede verse realizada por hembras que no están en celo (97). La conducta de las hembras en celo varía obviamente si éstas se encuentran en confinamiento como es el caso del ganado lechero, o de si éste se encuentra bajo condiciones de pastoreo que es el método más común en el ganado cebuino. Entre los episodios de monta las vacas pastorean, aunque en general están más impacientes o inquietas que el resto del

hato e incluso se incrementa el comportamiento agonístico entre las vacas en estro. Orihuela (60) ha demostrado que el periodo de montas generalmente se ve precedido de un intenso topeteo realizado entre ellas, por ello especula que éste es un signo de proestro importante de tomar en consideración para la detección de calores en ganado cebuino, siempre y cuando se logre diferenciar los topeteos de interes sexual de los de competitividad.

Las hembras en celo generalmente se agrupan para poder interactuar más fácilmente, a este comportamiento de agregamiento entre hembras en calor se le conoce como el grupo sexualmente activo (97). Otras de las actividades sobresalientes del comportamiento estral son el oler y lamar la vulva entre las vacas. El grupo sexualmente activo se aproxima a una vaca y le olfatea la vulva, si esta se encuentra en una fase no receptiva como es el diestro, el grupo sexualmente activo continuará deambulando después de haber inspeccionado sus órganos genitales externos, pero si la vaca esta en proestro o estro el grupo permanecerá a la expectativa, iniciando generalmente una de las vacas del grupo el frotamiento o topeteo de la vaca que esta entrando en estro. La actitud que muestra la vaca al oler la vulva de vacas en estro es igual a la reacción de Flehmen o rnarverse los labios descrita por Schneider (81).

Una vaca en calor apoya y frota la barba contra la grupa de otra generalmente en celo, esta asociado con el oler y

lamer la vulva es una actividad precedente a la monta. La aplicación de presión sobre la grupa y lomo con la barba parece ser una actividad para probar la receptividad de la otra vaca (41).

Existen otros signos que pueden ser observados en vacas en calor pero no son constantes, y por lo tanto no pueden ser considerados como signos inequívocos o relevantes de vacas en calor, siendo estos los siguientes: Erizamiento de los pelos de la grupa y abrasión de la piel de la grupa (41), estos signos son visibles sobre la base de la cola, vértebras sacras y tuberosidades isquiales, y son notorios hasta por cinco o seis días después del estro, signos o señales que les son hechas por otras vacas que las montan, provocándoles de esta forma un cambio en la dirección de los pelos de estas áreas. La abrasión de la piel se les provoca a las vacas por la brusquedad con la que son montadas y por las pezuñas al montar así como el peso de la vaca. La relajación, humedecimiento y enrojecimiento (eritema) de la vulva son signos que son obvios en solo un pequeño número de vacas, por lo tanto no son confiables para la detección del estro. Lo mismo sucede con la aparición o escurrimiento de moco estral por la vulva, el cual no es observado en forma frecuente (89,97). Sin embargo la marcada efusión de estrias claras y largas de moco es un criterio de selección aceptable o idóneo cuando llega a ocurrir. Otro signo de una vaca en calor, la sensibilidad a la palpación de la grupa, consiste en hacer presión sobre el lomo, provocando de esta forma que la vaca

eleve la cola (84). Este signo solo se ha demostrado en pocas vacas y al igual que los anteriores no es un signo confiable para considerarse. Por otra parte también se ha observado que las vacas en calor disminuyen su apetito o consumo de alimento, así como su producción láctea (19).

Se ha observado que la actividad sexual varía a diferentes horas del día, encontrándose que en el ganado lechero el 56% de las montas se realiza entre las 18:00 y las 6:00, con una mayor concentración entre las 18:00 y las 24:00 (35). Mientras que en el ganado cebuino la mayor actividad es a las 6:00 y a las 9:00 horas con un segundo periodo también de gran actividad entre las 21:00 y las 3:00 horas (20,47,59). En un momento dado puede existir más de un grupo sexualmente activo que tiende a permanecer diferenciados para posteriormente asociarse y ocasionalmente intercambiarse de un grupo a otro.

En el caso del ganado cebuino el estrés es un factor limitante para la presentación del estro y por ende para su detección, Vaca (90) observó que animales mantenidos en corral para la observación de calores, solamente el 20% manifestó celo dentro de las 105 horas posteriores a la inyección de prostaglandina F_{2α}, el resto lo mostró ya libres en el potrero, los autores especularon que estos animales al ser mantenidos en cautiverio no externan su comportamiento sexual como si estuviesen libres en el potrero. Se menciona que hembras cuyo comportamiento nervioso

como es una extremada inquietud intervienen en la función reproductiva, Plasse y col.(65) observaron que la longitud del estro y el temperamento nervioso del ganado de la raza Brahman, estuvieron relacionados negativamente ($r=-.33$, $P<0.05$), este nerviosismo lo observaron después de realizar movimientos del ganado. Situaciones similares se han observado en el ganado lechero, donde las facilidades físicas para el manejo, pueden obstruir la detección de los signos del estro siendo la sala de ordeño y sus patios anexos los lugares menos apropiados para detectar los celos, incluso en animales que se mueven libremente. Estos animales al pasarse a los establos permanecen en el grupo sexualmente activo pero no inician su actividad sino hasta una o dos horas después cuando se ha completado el pastoreo. Esta situación podría estar asociada con el estres provocado por el movimiento del ganado (90).

La intensidad de los signos de estro evaluada por el número de montas por hora en calor en ganado cebú ha sido estudiada por Orihuela y col.(59) y Llewelyn y col.(50), quienes indican que la vaca cebú solo acepta una monta por hora en estro, sin embargo su selectividad es muy marcada ya que el 85% de las montas registradas fueron dadas entre hembras en estro. Esta selectividad podría ayudar al observador ocasional a detectar un mayor número de hembras en celo.

El toro en presencia de vacas en estro también presenta selectividad, puesto que tiende a montar solamente a vacas en estro (11); la presencia de un toro puede influir en la duración del estro (90).

La duración del estro en el ganado cebú, además de ser más corta que en el ganado Bos taurus o sus cruzas, se puede influenciar por diversos factores; uno de ellos puede ser la administración de prostaglandinas. Adeyemo y col. (1) observaron que el estro natural es más corto (14.6 h) que el estro inducido mediante la aplicación de prostaglandinas (17.5 h); Thomas (89) en un estudio con vacas de la raza Indobrasil en México observó que tras la administración de prostaglandinas el estro tuvo una duración de 9.96 h, que es similar al promedio de duración del estro en forma natural (10.6 h) en el ganado Bos indicus (Cuadro 1). En este mismo cuadro se puede observar que existe un incremento en la duración del estro cuando los animales Bos indicus están cruzados con Bos taurus.

El ganado cebú presenta manifestaciones de estro con una duración menor que el ganado Bos taurus (1,21). Se observa en el Cuadro 1, que existe una gran variación en la duración del estro en el ganado Bos indicus en condiciones de trópico, aunque es posible que estas diferencias extremas en la duración del estro sean debidas a un efecto estacional lo cual, podría afectar los resultados de los investigadores, como ya fué demostrado por Zakari y col. (100) al observar que

las hembras en estro duran en promedio hasta cinco horas menos en la época de invierno. Otro factor a tomarse en cuenta son los métodos para definir cuando una hembra inicia el estro (58,67,97).

Existen factores ambientales que influyen en la duración del estro, se informa que el estro duró 11.4 h durante la estación lluviosa, siendo mayor a la duración del estro en la época seca del año (6.4 h) (100).

Existe controversia en cuanto a si la duración del estro se puede ver afectada por la edad, así Badway y col. (5) en hembras Holstein en Nigeria detectaron que la duración del estro varía de acuerdo a la edad del animal, siendo más corto en animales jóvenes (15.8 h) que en vacas adultas (17.8 h). Por otro lado, Vries y col. (93) también en Holstein, encontraron que no hubo gran diferencia en la duración del estro entre animales jóvenes y adultos, ellos observaron que la diferencia es de solo media hora (12.4 vs. 11.9h) siendo mayor la duración del estro en las vaquillas. De las publicaciones accesibles al autor no fué posible encontrar datos acerca de este parámetro para el ganado cebuino.

La restricción nutricional en vaquillas influye en forma negativa en la presentación de calores. Los animales sometidos a un régimen de alimentación con el 80% de los requerimientos nutricionales tendieron a presentar una menor incidencia de calores, que los alimentados con los requerimientos totales (53).

La presencia del toro en un hato puede influenciar la duración del estro, se ha observado que al estar el toro presente en un lote de vaquillas, el estro fué de menor duración (15.3 h) comparado con el lote de vaquillas sin la presencia del toro (19.2 h) (90). Este efecto se ha visto tanto en Bos taurus (30) como en Bos indicus (22,90).

Es muy importante mencionar que la duración del estro puede afectar la fertilidad, en efecto Cuevas y Hagen (10) observaron que hubo mejor concepción en vaquillas Holstein cuya duración del estro fué de 13.2 h en promedio, mientras que en el lote de vaquillas en las que el estro tuvo una duración de 10.2 h, la fertilidad se vió reducida.

De esta revisión sobre los signos de estro se destaca que el ganado cebuino presenta características algo diferentes al Bos taurus, por lo que es de gran importancia sortear el desconocimiento sobre comportamiento sexual que se desarrolla en la vacas y vaquillas cebuinas para así determinar el periodo de receptividad al macho y lograr el mejor momento para realizar la inseminación artificial, además se menciona sobre la corta duración del estro lo que originaría que exista la posibilidad de que se esté inseminando demasiado tarde (20). Estas son algunas de las situaciones por las que se han intentado desarrollar métodos de sincronización estral para el ganado cebuino para tratar de implementar con éxito programas de inseminación artificial.

B) Sincronización de estros

Galina y col. (21) en un estudio informan que solo el 30% de los animales seleccionados para ser inseminados son detectados en celo y por ende efectivamente inseminados. Estos resultados sugieren que la detección de signos de estro en ganado cebú es difícil, es por esto que la sincronización de calores por medios farmacológicos sea probablemente una buena solución al problema de la detección de estros en el ganado bovino además de que con este procedimiento se podría obtener un mayor provecho de las épocas de empadre teniendo los celos o calores concentrados en un corto lapso de tiempo para así lograr una becerrada más homogénea en tamaño y peso destinada al abasto. Es conveniente mencionar que con la sincronización estral no se elimina completamente la detección de calores sino más bien se facilita la aplicación de un programa de inseminación artificial. El ciclo estral de la vaca está controlado principalmente por la secreción de progesterona del cuerpo lúteo. Una sincronización efectiva del estro requiere del control de la vida funcional del cuerpo lúteo y se puede lograr por varios procedimientos (25):

a) Progesterona por tiempo prolongado (usualmente más de 14 días).

b) Progesterona por corto tiempo (entre 8 y 13 días) más estrógenos al iniciar el tratamiento con progesterona.

c) Progesterona por corto tiempo (entre 8 y 13 días) más prostaglandina al finalizar el período de administración de la progesterona.

d) Agentes luteolíticos.

El método basado en la administración de progesterona por tiempo prolongado, es decir, por un período equivalente a la longitud de la fase lútea del ciclo estral, resulta en buena sincronización del estro, pero la fertilidad a servicio natural o artificial es bajo, alrededor del 20% (38).

Los procedimientos o métodos que se basan en la administración de progesterona por corto tiempo; ya sea por vía oral, en forma de implante auricular, o por medio de un dispositivo intravaginal liberador de progesterona (PRID) requieren de la aplicación de estrógenos, al momento de colocar el dispositivo o implante de progestágenos. Estos métodos han sido empleados con éxito, la fertilidad oscila alrededor de un 50% (24, 48, 72, 73).

Con la administración de progestágenos, drogas que actúan de similar manera que la progesterona natural como el melengestrol acetato de progesterona (MAP), en el alimento por espacio de 11 días, más la administración de cinco mg de valerato de estradiol vía intramuscular en el día dos del tratamiento, se logró un 93% de sincronización a los nueve días siguientes del retiro del MAP (24).

Con el implante auricular de progesterona por espacio de nueve días (Syncromate-B ó SMB), los animales se inyectan además con seis mg de valerato de estradiol y cinco mg de progesterona al momento de la inserción del implante para causar regresión del cuerpo lúteo. En forma rutinaria, el implante contiene de cinco a seis mg de progesterona, sin embargo, se ha observado que con un implante de tres mg se obtiene una respuesta a calor más rápida ya que a las 36 h de retirado el implante, un alto porcentaje (65%) había mostrado celo, mientras que en el mismo lapso, solamente se detectó el 14% de celos con el implante rutinario de seis mg (49). Por otro lado, Hixon y col. (31) mencionan que con el uso del implante se sincroniza la ovulación no obstante el estado de presincronización que guarden las vacas, ya sea cíclica o acíclica. Diferentes estudios para determinar exclusivamente la presentación de calores entre vacas cebuinas y sus cruizas revelan resultados que van desde un 53.1 a 100% de calores en las vacas tratadas, contra 13.9 a 26% de calores en los grupos testigo sin implante auricular (48,74,79).

Dentro de los procedimientos de sincronización con base de progesterona por corto tiempo, esta el dispositivo intravaginal el cual se combina con estrógenos en forma de benzoato de estradiol contenidos en una cápsula adherida al dispositivo (PRID). El PRID permanece en la vagina del animal por espacio de nueve a doce días. En esta forma se ha logrado una eficiente manifestación de signos de estro dentro

de un lapso de dos a seis días de retirado el dispositivo: 81.5% y 88.0% (48,73).

En el procedimiento de sincronización estral en el cual se emplea progesterona por corto tiempo (cinco días) y prostaglandina al final del tratamiento con progesterona, las vías de administración de los productos y los esquemas de aplicación han sido diversos. Con un progestágeno aplicado por vía oral como el MAP durante cinco días más una inyección de prostaglandina al final del tratamiento se informa de haber logrado en cinco días una sincronización del 70% en vacas productoras de carne (45), mientras que administrando la progesterona por vía intravaginal (PRID) e inyectando la prostaglandina uno o dos días antes de retirar el dispositivo, ha dado por resultado una respuesta a calor más precisa (70% de las hembras en calor en menos de 48 horas) (87). Con la administración de Syncromate-B e inyección de prostaglandina 24 horas antes de retirar el implante, Heersche y col. (29) detectaron que la presentación de calores es más rápida, encontrándose el 55% de los animales en calor a las 36 horas de retirado el implante, y que por el contrario, si la inyección de prostaglandina se aplica al final del tratamiento con progesterona, solamente se detectaría un 30% de los animales en calor en el mismo lapso de 36 horas.

Otro procedimiento de sincronización es el basado en agentes luteolíticos que afectan en forma inmediata (24 a 80 h) la vida funcional del cuerpo lúteo, entre estos se incluyen: Eucleación manual, inyecciones de oxitocina, tratamientos con estrógenos, presencia de cuerpos extraños en el útero, irrigación del útero con sustancias irritantes, administración de anticuerpos LH y prostaglandinas (71). El único de estos tratamientos que tiene aplicación práctica es la administración de prostaglandinas. Para que estos agentes luteolíticos ejerzan su acción es imprescindible la presencia de cuerpo lúteo en cualquiera de los ovarios de la vaca.

El uso de prostaglandinas para sincronización estral enfrenta ciertos problemas que son comunes a cualquier programa de sincronización estral, como es el hecho de que animales mal alimentados llevan su actividad reproductiva a segundo plano teniendo por ende una actividad ovarica suprimida o estática.

Otro problema en la actividad reproductiva del ganado puede ser debida a la estacionalidad, se ha observado que el fotoperíodo reducido aunado al estado nutricional bajo, influyen en forma negativa la ciclicidad ovárica posparto del ganado Bos taurus (63). Considerando lo anterior, y por mínima que sea la variación del fotoperíodo registrado en las áreas tropicales, es posible que el ganado Bos indicus se comporte como reproductor estacional. Otro punto a considerar como problema que enfrentan las prostaglandinas para

sincronizar estros, es la variabilidad en la longitud del ciclo estral del ganado cebuino (65,100), que no permite determinar con exactitud el día cero de los ciclos estrales para poder así inyectar la prostaglandina en el día preciso en el que cause luteólisis efectiva. En las vacas confinadas en corrales y pese a detectarse niveles sanguíneos de progesterona superiores a 2.0 mg/ml de suero, y por palpación rectal un cuerpo lúteo, algunas vacas no responden al tratamiento con prostaglandinas, entre las explicaciones a esta nula respuesta, podría ser la que las vacas mantenidas en cautiverio no externan los signos de celo como si estuvieran libres en el potrero (90), o es posible que la acción farmacológica de las prostaglandinas se vea afectada por causas todavía por definirse (77).

El cuerpo lúteo del Bos indicus se encuentra encajado más profundamente en el estroma ovárico, es más pequeño y sobrepasa ligeramente la superficie del ovario, ésta diferencia anatómica con el Bos taurus hace difícil su correcta detección por palpación rectal (3, 69) y por consiguiente una acertada acción de las prostaglandinas si el diagnóstico de la estructura luteica en el ovario se hace de manera errónea. Analizando los niveles de progesterona respecto a la identificación de un cuerpo lúteo por vía rectal en ganado cebuino, Vaca y col.(91) determinaron un 79% de casos donde la presencia de un cuerpo lúteo correspondía a concentración de progesterona que indicara su presencia en el ovario, por lo tanto que en un 20% de los casos las hembras

son incorrectamente diagnosticadas de contar con un cuerpo lúteo funcional.

Se menciona que las prostaglandinas son eficaces para controlar y mejorar la actividad reproductiva del ganado, pero debido a problemas de manejo y poco conocimiento de la fisiología de la vaca, han posiblemente limitado sus aplicaciones clínicas. Respecto al manejo, la principal dificultad aparentemente estriba en la correcta detección del cuerpo lúteo, situación que es susceptible de mejoramiento a través de un adecuado entrenamiento del clínico en la técnica de palpación rectal.

El intervalo a estro después del tratamiento esta influenciado por el día del ciclo estral en el que se aplica la prostaglandina. Así, Momont (52), observó que en vaquillas la presentación de calores fué más frecuente a las 46 h (79%) al aplicar el fármaco entre los cinco y siete días del ciclo estral; en vacas lactantes el celo se presentó a las 60 h, mientras que en vacas secas se presentó a las 51 h cuando se inyectaron con la prostaglandina en el día siete del ciclo estral. Al inyectarse en el día diez la respuesta a calor fué a los cinco, seis y siete días postratamiento.

Estudiando el efecto de dos diferentes dosis de prostaglandina en ganado Bos taurus, se observó que se tiene un 90% de calores con dosis de 20 mg y un 72% de calores con dosis de 30 mg de prostaglandina por vía intramuscular en una sola aplicación (71), la efectividad de 25 mg de

prostaglandina como agente luteolítico en el ganado cebú ya está demostrada (54).

La administración de prostaglandina por vía intrauterina o intramuscular provoca luteólisis si se administra entre los días cinco y 16 del ciclo estral, subsecuentemente el celo se presenta entre las 60 y 80 h (7,37,49,76,86).

En relación a la fisiología de la vaca, la limitante se concentra en la incertidumbre de producir respuesta cuando el tratamiento se basa en la palpación de un cuerpo lúteo maduro y en la variabilidad de la presentación del estro después del tratamiento, situación especialmente importante cuando se trata de inseminar a una hora predeterminada.

Según esta revisión bibliográfica, las investigaciones hechas acerca del efecto sincronizador de las prostaglandinas en el ganado cebuino no son muy numerosas. Los informes encontrados mencionan que la sincronización varía de un 42 a un 70% al utilizar una sola dosis de prostaglandina al detectar un cuerpo lúteo maduro (Cuadro 2). Cabe mencionar que la presentación de calores se puede mejorar si la detección de los mismos se realiza con un toro celador en lugar de la detección por observación meramente visual (86% contra 74.5%) (22,96). Sin embargo, no siempre el toro facilita la observación ya que en ocasiones su comportamiento sexual es durante las horas de obscuridad y las vacas reciben menor cantidad de montas por horas de celo (60).

Con la finalidad de tener la totalidad de los animales sincronizados, sin tener que determinar la presencia de cuerpo lúteo se han utilizado dos inyecciones de prostaglandina. Bajo este esquema, el porcentaje de hembras en estro en ganado cebuino revela resultados que difieren en gran medida entre sí. Adeyemo y col. (1) observaron un 100% de vacas cebuinas en calor después de la segunda aplicación del fármaco. Similares datos fueron encontrados por Hardin y col. (27) al obtener un 88% de calores en vacas y solo un 57% en vaquillas cebuinas, y por Louis y col. (49) en ganado lechero con (68%) en vacas y 88% en vaquillas con 11 a 13 días de diferencia entre aplicaciones.

Utilizando dos aplicaciones de prostaglandina, Lokhande y col. (48) trabajando con animales producto de la cruce de animales de raza Holstein y Gyr, mencionan que obtuvieron el 44% de calores silenciosos, esta última observación es de considerarse puesto que con el uso de implantes y en este mismo tipo de ganado determinaron un 36% de calores silenciosos mientras que con el uso de PRID fué del 18.5%.

Por otro lado ha sido informado que con la administración de gonadotropina sérica de yegua (PMSG) junto con la segunda dosis de prostaglandina la presencia de calor es más rápida y mejor, ya que desde las 24 h las vacas en calor son evidentes (32).

Analizando los resultados obtenidos por diversos investigadores que utilizaron diferentes métodos de sincronización estral, en general se observa que el método más efectivo y con un tiempo más corto al retiro del fármaco y la presencia de estro son los tratamientos a base de progestágenos en forma de implante más estradiol, sin embargo, el costo de dicho tratamiento es mucho mayor al de las prostaglandinas, y aún dentro de los tratamientos con éstas, la utilización de una sola aplicación resulta ser la tercera parte del costo del tratamiento con doble inyección (61) además de que con las prostaglandinas en una sola aplicación se evita un mayor movimiento de ganado, situación que podría afectar la función reproductiva.

C) Fertilidad

La fertilidad del ganado puede ser afectada por la época del año, aunque también depende de la región y tipo de clima de cada estudio. Existen discrepancias en cuanto a cual época del año ejerce mejor o peor influencia. Zakari y col.(99), mencionan que la fertilidad es mejor (57%) en la época lluviosa de junio a septiembre, siendo menor (18%) en la época prelluviosa de abril a mayo cuando predomina una mayor temperatura ambiental; Barnabe y col. (7), informan sobre resultados bajos (28.5%) después de sincronizar vacas con prostaglandinas vía intrauterina, atribuyéndose este resultado a que el trabajo se realizó en condiciones

tropicales en el mes de agosto cuando prevalecieron temperaturas muy altas. Sin embargo, Dutta y col. (14), detectaron una mayor fertilidad (45.8%) en la época lluviosa de julio que es cuando la temperatura es alta. Por otro lado, Peters y Riley (64) mencionan que en ganado lechero existe aciclicidad estacional en vacas posparto, siendo más manifiesta en vacas que paren de noviembre a abril y menos manifiesta en vacas que parieron de mayo a octubre, estos hallazgos los atribuyen a la disminución o aumento del fotoperiodo según la época, mencionando además que muchas especies salvajes de la familia Bovidae son estacionales, y que en la domesticación del ganado se ha tratado de evitar la estacionalidad, sin embargo, es posible que aún permanezcan vestigios de sensibilidad al fotoperiodo en el ganado lechero.

Se ha señalado que la nutrición de los animales juega un papel muy importante en el desenvolvimiento reproductivo del ganado. La subnutrición es posible que ocurra en el ganado alimentado en pastos tropicales y subtropicales cuyo contenido de proteína es extremadamente bajo (62), este es probablemente el factor más importante que influye en el crecimiento, edad a la pubertad y en el desempeño reproductivo del ganado que habita en estas áreas (46). Oyedipe y col. (62), mostraron que en vaquillas alimentadas bajo tres niveles de proteína diferentes; alto (15.1%), medio (13.3%) y bajo (8.3%), los índices de preñez fueron 58.8, 27.8 y 16.9% para los tres niveles respectivamente,

estos resultados muestran que el incremento del nivel de proteína en la dieta es un medio de mejorar el desempeño reproductivo del ganado cebú. En un experimento realizado por Levine y col. (46) en lo llanos de Colombia y con ganado cebú, encontraron que existe una relación altamente significativa entre peso e índices de concepción en vacas y vaquillas. Para lograr la preñez es necesario que las vaquillas alcancen un peso de 260 Kg y que las vacas tengan un peso mínimo tan bajo como 280 Kg. La ganancia de peso, que es condición indispensable en vaquillas y vacas preparto para mejorar su desarrollo reproductivo posterior, está influido por el consumo de proteína, hecho que está reportado por Holroyd y col. (33), quienes en un experimento con vacas pastoreando en potreros de leguminosas (Townstyla), éstas lograron un índice de concepción más alto (87.4%) y fechas de parto más tempranas que las que pastorearon en potreros de pastos nativos (61.2%) de los que se sabe que el nivel proteico es menor que en las leguminosas.

El manejo al que está sometido el ganado en un programa de inseminación artificial llega a afectar los índices de fertilidad. Al ganado cebuino, por su temperamento nervioso, y debido al sistema de crianza en grandes extensiones, es necesario que se le maneje en forma rutinaria, ya que son varios factores que intervienen en la disminución de la fertilidad, pues al someter al ganado a un programa de inseminación artificial con estros controlados o estros naturales este se somete en un corto tiempo a situaciones no

conocidas como son: el reagrupamiento de animales de diferentes lotes donde interactúan en un hato común y donde se establecerá una jerarquía social; el mostrar estro en presencia de un toro desconocido en el nuevo hato; la palpación rectal a la que son sometidas; el paso por mangas o prensas de manejo; el proceso de inseminación (lo que obliga a que pasen con mayor frecuencia por la manga o prensa). Estos eventos o acontecimientos provocan situaciones de estrés lo que probablemente afecte el transporte espermático o retrase el periodo de ovulación, Randel (68) demostró que la curva de hormona luteinizante puede verse afectada si durante el periodo de celo el animal se encuentra en estrés.

En el medio ganadero se habla de que ciertas razas cebuinas son más fértiles que otras, al respecto Buck y col.(9) determinaron que las razas Tuli, Tswana, Africander y Brahman alcanzaron índices de concepción de 58.6, 49.3, 30.7 y 29.8% respectivamente. Al comparar los resultados de fertilidad obtenidos por varios autores entre las cruzas de Bos taurus x Bos indicus y Bos indicus en condiciones tropicales (Cuadro 4) se observa que los índices de concepción en las cruzas son superiores a lo obtenido en el Bos indicus.

Analizando la información obtenida sobre índices de concepción en segundos servicios después de una sincronización estral en ganado cebuino, se observa que la fertilidad a segundo servicio tiende a disminuir en un 16-17%

en promedio (39), estos resultados son diferentes a lo informado para ganado lechero, para el que se menciona que el índice de concepción declina solamente cerca del 5% en cada servicio posterior al primer servicio (28).

Son pocos los trabajos que sobre fertilidad existen referentes a la edad promedio de las hembras al momento de realizar un programa reproductivo en ganado cebuino. En una cita de la literatura revisada, se informa que las vacas entre los cinco y seis años de edad muestran el mayor índice de concepción (54.7%), seguido por los animales con dos y tres años (49.2%), siete o más años (49.0%) y cuatro años de edad (40.3%) (9). Existen trabajos para diferenciar la fertilidad obtenida en vacas y vaquillas sin especificar con exactitud la edad del animal, sin embargo en estos trabajos se observan discrepancias en los resultados que mencionan los autores entre los estados reproductivos (Cuadro 4).

Con los servicios de inseminación artificial a estros naturales o con tratamientos sincronizadores de estros, la fertilidad que se obtenga en un hato dependerá de la exactitud o habilidad que se tenga para la detección del celo. Como se ha mencionado anteriormente, existen diversos medios para lograr este fin, sin embargo algunos autores afirman que no es necesaria la detección de celos al sincronizar con prostaglandinas para lograr altos porcentajes de fertilidad (49). Por otro lado, se afirma que se obtienen porcentajes de fertilidad ligeramente mayores al detectar

calores con el uso de toros marcadores o celadores (64% de preñez en IA) que si solo se detectaran por observación visual del vaquero (45%) (19), otros autores coinciden en este punto (22,23).

El momento de la inseminación ejerce influencia sobre la fertilidad obtenida en programas de inseminación artificial. Se ha observado que realizandola a las catorce horas de iniciado el estro se tiene un 56.5% de fertilidad en ganado Bos taurus y Bos indicus (18,29), e inseminando a las 26 horas de iniciado el estro la fertilidad llega a ser de 78.9% en Bos taurus (29). Comparando el momento de la inseminación a diferentes intervalos de horas posteriores a un celo evidente (0-2, 4-8 y 12 horas), Rodríguez y col. (75) encontraron un mayor porcentaje de fertilidad cuando las vacas cebuinas fueron inseminadas en el intervalo de 6-8 horas posteriores al celo evidente (54.2%). Esto es similar a lo manifestado por Fonseca y col. (18) y Heersche y col. (29) quienes inseminaron a las catorce horas de iniciado el estro. De estas observaciones se destaca la importancia de realizar una correcta detección de calores para poder determinar y realizar las inseminaciones en el momento oportuno. Hunter (34) indica que no existe problema de transporte espermático si la inseminación se lleva a cabo durante el estro o al menos 10 a 12 horas antes de la ovulación, pero que al efectuar la inseminación bajo programas de sincronización con tratamientos de GnRH, el índice y eficiencia del transporte espermático al sitio de fertilización se convierte en factor

de importancia fundamental ya que la velocidad de paso del espermatozoide al sitio de fertilización puede verse afectado.

Es sabido que la lactancia afecta la actividad reproductiva posparto, provocando que la presentación del estro posparto no sea regular (70) y por consiguiente que los servicios no se realicen oportunamente afectando finalmente la fertilidad (74). Se ha observado que la fertilidad es menor en vacas lactantes que en vacas no lactantes (42.4 vs. 54.4% y 40.7 vs. 66.1% en ensayos I y II) (9). Sin embargo esta situación es factible de mejorarse mediante la reducción del periodo de amamantamiento o destete precoz del becerro, el destete precoz a los cuatro meses mejora en 38% la fertilidad, comparando con el destete normal a los siete meses (15); Santos y col. (79) determinaron que la fertilidad solamente se mejora en un seis por ciento cuando el amamantamiento se reduce de todo el día a solamente dos veces al día.

Al someter el ganado cebuino a un programa de sincronización estral, el porcentaje de hembras gestantes varía según sea el tratamiento utilizado, observándose en el Cuadro 5 que la fertilidad tiende a ser menor al administrar una dosis de prostaglandina vía intramuscular al detectarse por palpación rectal de los ovarios un cuerpo lúteo (19.1%), este porcentaje mejora en programas de doble inyección de este fármaco (40.1%), llegándose a obtener resultados

similares a los de la utilización del implante auricular Syncromate-B como sincronizador estral (43.6%) y, aunque no se ha evaluado más intensamente la fertilidad en ganado cebuino mediante el uso del PRID, el informe realizado por Lokhande y col. (48) menciona resultados del orden del 62%.

La gran variabilidad de los resultados pueden ser atribuidos a factores inherentes a cada trabajo, tales como: época del año, que tiene gran injerencia sobre el tipo de alimentación al que son sometidos los animales, ya que el clima imperante afecta la disponibilidad del forraje. Esto influye en el estado corporal de los animales y por ende en la fertilidad obtenida cuando son sometidos a tratamientos de sincronización estral; se ha visto que la fertilidad es mejor en animales que están ganando peso o al menos su estado corporal es satisfactorio.

Aunque no se ha estudiado en gran detalle el efecto de la raza sobre la respuesta a diferentes fármacos, este podría ser otro punto para tomar en cuenta

El estado reproductivo del animal asociado seguramente con diferencias en niveles hormonales entre vaquillas y vacas, así como la lactación de estas, puede dar lugar a variabilidad en la respuesta a sincronizadores.

Otro factor que influye en la respuesta a sincronizadores con luteolíticos y en consecuencia la fertilidad, es la correcta detección del cuerpo lúteo por

palpación rectal, también la vía de administración del luteolítico influye en la respuesta a presentación de calores, así como la utilización de toros celadores o marcadores.

Finalmente un factor importante es la incorrecta detección de calores, lo que podría en un momento dado provocar que el servicio de inseminación artificial no se llegue a realizar en el momento oportuno.

Debido a los factores antes mencionados es necesario realizar más investigación sobre las causas que influyen sobre el porcentaje de animales gestantes, tanto después de utilizar la inseminación artificial como la monta natural, en situaciones de hembras cuyo estro ha sido controlado por medio de fármacos como en hembras bajo condiciones de estro natural. También es de interés conocer las posibles ventajas que podrían ofrecer el tener la mayor cantidad de animales gestantes lo más pronto posible en la temporada reproductiva y observar si es ventajoso el utilizar fármacos para acelerar este proceso.

III.- Material y Métodos

A) Ubicación Geográfica

La investigación se realizó en cuatro ranchos particulares localizados en el estado de Veracruz.

El primero está situado a cinco kilómetros de San Rafael en el municipio de Martínez de la Torre, cuyas coordenadas son 20°11' latitud norte y 96°54' longitud oeste, a 12 m sobre el nivel del mar. El clima es Aw''2(e), con una temperatura media anual de 23.5°C y una precipitación pluvial de 1251 mm para 1983 (82).

El segundo rancho se encuentra en Riachuelos, municipio de Tecolutla, localizado entre los 20°30' latitud norte y 97°02' longitud oeste a tres metros sobre el nivel del mar, bajo un clima tipo A(m) cálido húmedo, cuya temperatura media anual es de 23.6°C y la precipitación pluvial es 891 mm (82).

El tercero se ubica a 15 km del poblado de Ozuluama, las coordenadas de esta área son 21°40' latitud norte y 97°51' longitud oeste a una altura de 229 m sobre el nivel del mar. El clima es Aw1(w)(e) cálido húmedo, tiene una temperatura media anual de 23.4°C y una precipitación pluvial media anual de 1408 mm (82).

El último está localizado en Martínez de la Torre, a 20°04' latitud norte y 97°03' longitud oeste, con una altitud

de 152 m sobre el nivel del mar y un clima Af(m)(e) caliente húmedo, con temperatura media anual de 24.0°C y precipitación pluvial media de 1617 mm (82).

B) Animales experimentales

Todos los animales pastoreaban en potreros de 10 a 30 ha. sembrados con zacate estrella de África (Cynodon dactylon), pangola (Digitaria decumbens) y pastos nativos. Se les proporcionó sal mineral y agua a libre acceso. Los animales de los rancho uno y dos recibieron melaza de caña en forma restringida.

Se utilizaron animales seleccionados por el propietario, el encargado o el médico veterinario zootecnista responsable del rancho y que, en opinión de ellos, habían estado ciclando y estaban en condiciones para entrar a un programa reproductivo.

Para el manejo de los animales se contó con corrales, mangas, prensas y los vaqueros necesarios. Se palparon por vía rectal 461 animales entre vacas y vaquillas, 71 estaban gestantes o acusaban algún problema ovárico, los 390 restantes se identificaron como vacías. En los tres primeros ranchos se registró el tiempo empleado en la palpación, y se calculó el promedio de vacas palpadas por hora.

Las hembras que se diagnosticaron vacías se dividieron en cuatro grupos (Cuadro 6):

C) Grupos experimentales

Grupo I - IAPGF: Se integró con 114 hembras, a casi todas se les detectó un cuerpo lúteo (CL) activo a la palpación rectal. Todas se inyectaron por vía intramuscular con 25 mg de prostaglandina $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$) y se les dio servicio por inseminación artificial (IA).

Grupo II - IA: Formado con 119 hembras que a la palpación rectal no tenían un CL activo. No recibieron tratamiento alguno y se sirvieron por IA.

Grupo III - MNPGF: Constituido por 67 animales a los que se les detectó CL, se les inyectaron 25 mg de $PGF_{2\alpha}$ por vía intramuscular. Recibieron monta natural (MN).

Grupo IV - MN: Formado con 90 hembras a las que por palpación rectal no se les detectó CL activo. No recibieron tratamiento sincronizador y el servicio fué por MN.

D) Procedimiento experimental

En las cuatro explotaciones se determinó el porcentaje de vacas con CL en cualquiera de los dos ovarios, que fué de 50.4, 51.5, 38.5 y 46.7% respectivamente. Dada la probabilidad de palpar un cuerpo lúteo durante el ciclo estral, se puede inferir que más del 85% de los animales se encontraba ciclando

aún cuando la proporción de CL activo al momento de la palpación fuera menor.

Con base a los registros con los que se contó de cada rancho, se determinó la edad de los animales así como los días desde el último parto al inicio del experimento detectándose parámetros muy amplios tal como se llega a determinar en hatos de ganado de explotación comercial.

La detección de calores se realizó dos veces al día por espacio de 30 minutos cada vez, al amanecer (06:15 a 06:45) y al atardecer (de 18:45 a 19:15) con la colaboración de los vaqueros de cada rancho, los animales de los grupos sincronizados (I y III) se numeraron progresivamente en ambos flancos con pintura de aceite en color contrastante al del animal para facilitar la observación de celo a distancia. Los toros que se utilizaron para dar servicio de MN en los grupos III y IV, llevaban un dispositivo en la parte inferior de la quijada a manera de jácquima (Chin-ball), de modo que al montar marcaban la grupa de las vacas con una raya de pintura. A los toros empleados se les realizó evaluación de libido, de acuerdo al método descrito por la Sociedad de Teriogenología (85).

En los grupos I y II, el servicio se dió inmediatamente después de haber detectado al animal en celo (dejarse montar), utilizando una dosis de semen congelado en pajillas de 0.5 ml, provenientes de empresas reconocidas en el ramo.

Se diagnosticó la gestación por palpación rectal a los 45-60 días de finalizado el ensayo en cada una de las explotaciones.

En el transcurso del experimento se perdieron algunas vacas a las que no se les realizó el diagnóstico de gestación por que fueron retiradas del hato sin que los encargados reportaran este hecho y sin que se registrara el motivo, a estas vacas se les denominó eliminadas.

Los resultados de fertilidad se analizaron considerando un empadre de 90 días, se presenta el número de hembras gestantes, vacías y eliminadas de los hatos en ese lapso.

La distribución de gestaciones en empadre a 90 días se dividió en periodos definidos con base en la duración del ciclo estral. El primer ciclo fué cinco días (que es el tiempo en que se puede esperar el efecto del tratamiento sincronizador), y los subsecuentes a éste fueron de 21 días hasta llegar a 90 días, que corresponde a cinco ciclos.

Para una evaluación más justa con los grupos no sincronizados se hizo otra distribución de gestaciones, en la que se contabilizaron cuatro ciclos estrales de 21 días desde el inicio del experimento.

E) Método estadístico

Se empleó el análisis de varianza para comparar varios de los indicadores reproductivos de interés, aplicando un modelo factorial 2x2 en bloques que incluyó la sincronización de la hembra -si o no- y el tipo de servicio -natural o inseminación artificial-. Se consideró el rancho como bloque, a fin de representar las circunstancias ambientales particulares de cada hato. No se incluyó la raza de la vaca por estar confundida con rancho. Como variables de respuesta se analizaron las horas al calor y las horas al primer servicio cuando estos se detectaron en los primeros cinco días del experimento.

Para contrastar los promedios de horas a la aparición del calor en los grupos sincronizados se hizo un análisis de varianza en bloques al azar con los datos de los grupos I y III, que incluyó la sincronización de la hembra -si o no- y el rancho como bloque.

Para evaluar la similitud en aspectos previos al estudio que pudieran afectar el desempeño reproductivo entre los grupos formados, se utilizó el mismo modelo para analizar la edad y los días abiertos al inicio del experimento -días del parto anterior a la fecha de inicio del experimento-.

El porcentaje de animales en los que se detectó calor y el de vacas gestantes se evaluó mediante la prueba de Ji-cuadrada. La comparación entre los resultados con estro

natural y sincronizado, lo mismo que entre MN e IA se hicieron con la prueba exacta de Fisher (56).

IV. - RESULTADOS

El promedio de hembras palpadas por hora fué de 27, 35 y 24 en los ranchos 1, 2 y 3, el total en hembras palpadas en cada caso fué de 122, 102 y 122. Hubo un 10, 11 y 32% de vacas gestantes las cuales posteriormente no se incluyeron en los grupos experimentales.

La edad de los animales fluctuó entre dos y catorce años, el promedio fué de 5.8 ± 3.2 años. La edad fué significativamente distinta entre ranchos ($P < 0.01$), pero no hubo diferencia significativa por tipo de servicio (inseminación artificial ó monta natural), ni de tipo de estro (sincronizado ó natural) ($P > 0.05$).

El promedio de días del parto anterior al inicio del experimento también fué significativamente distinto entre ranchos ($P < 0.01$); pero, al igual que en edad, no hubo diferencia estadística entre tipo de servicio, ni de estro. El promedio general fué de 363 ± 292 días.

Cuando se estimó el promedio de días del parto anterior al inicio del experimento por edad de las hembras, se encontró que en las vacas de mayor edad los días del parto a la sincronización fueron más amplios que en las vacas jóvenes, la correlación fué de 32% ($P < 0.01$).

No hubo efecto del rancho de procedencia sobre las horas a la detección del calor, ni sobre las horas al primer servicio ($P > 0.05$).

El Cuadro 7 contiene los resultados por tipo de servicio. La detección de estro fué más tardía en los grupos de IA ($P < 0.05$), lo mismo que el servicio, pero la diferencia en este último no fué significativa ($P > 0.05$). La proporción de vacas en calor cuando se usó IA fué 2.6 veces la registrada en los grupos en MN ($P < 0.01$); aún así la fertilidad final fué mayor con MN que con IA ($P < 0.05$). (Cuadro 7).

Los promedios por tipo de estro aparecen en el Cuadro 8. El tipo de estro sólo afectó significativamente el porcentaje de vacas en calor, que fué más del triple cuando se usó la sincronización ($P < 0.01$).

Los promedios de horas al calor en los diferentes grupos se muestran en el Cuadro 9. El mayor promedio ocurrió en el grupo I (IAPST). El tiempo a calor fué significativamente distinto entre las vacas sometidas a diferente tipo de servicio ($P < 0.05$), además fué altamente significativa la interacción de tipo de servicio con rancho ($P < 0.01$). No hubo diferencia entre tipo de estro ($P > 0.05$). Cuando se compararon sólo los grupos sincronizados (I y III), el estro apareció significativamente más temprano en el grupo con MN que en el de IA ($P < 0.05$), además la interacción con rancho fué altamente significativa ($P < 0.01$).

El Cuadro 10 contiene el porcentaje de animales en calor. El porcentaje de hembras en calor fué diferente según el tipo de servicio ($P < 0.01$). Así mismo, como era de esperarse, el porcentaje de hembras en estro fué mayor en los grupos sincronizados ($P < 0.01$).

En lo tocante a las horas a primer servicio no se encontró un efecto significativo de tipo de servicio, ni de tipo de estro ($P > 0.05$; Cuadro 11).

Con respecto a los resultados de fertilidad (Cuadro 12), los grupos con servicio de MN (III y IV) tuvieron mejor fertilidad que los grupos bajo IA ($P < 0.05$). En promedio hubo un 6% más de fertilidad a favor de los grupos de MN.

La proporción de vacas eliminadas, que fueron las vacas que se descartaron del estudio sin que los encargados de los animales informaran al respecto y por lo tanto no se les realizó diagnóstico de gestación, no varió significativamente entre los distintos grupos; la menor eliminación fué 30% y la mayor 37%.

La gráfica uno muestra la distribución acumulada de gestaciones por periodos. La proporción de vacas gestantes en los primeros cinco días del experimento (Cuadro 14), fué más baja en el grupo IV-MN (6%) que en los primeros tres grupos experimentales (18%) ($P < 0.01$). Al considerar la fertilidad acumulada hasta el día 21 del experimento, lo que resulta más justo para los grupos sin inducción de estro, se encontró

diferencia significativa entre el grupo I-IAPGF (28%) y los grupos III-MNPGF (42%) y IV-MN (38%) ($P < 0.01$), el grupo II-IA (31%) resultó similar a los demás ($P > 0.05$) (Cuadro 15). A los 68 días los grupos experimentales bajo IA alcanzaron menor fertilidad (I-IAPGF:50% y II-IA:44%) que los de monta natural (III-MNPGF:61% y IV-MN:59%) ($P < 0.05$), la diferencia se mantuvo a los 90 días de empadre (I:59%, II:52%, III:63% y IV:60%).

V. - DISCUSION

El número de animales palpados por hora en este estudio (28.6 en promedio) es superior a lo manifestado por otros autores, como Landívar (43) quien informa haber palpado 21.2 animales por hora y Mucciolo y col. (55) quienes lograron palpar ovarios y aplicar prostaglandinas por vía intrauterina a 7.5 vacas de raza Nellore por hora y a 12 vacas de cruce Bos taurus x Bos indicus, la diferencia entre razas en este último estudio es manifiesta, los resultados de este autor muestran que los animales con mayor domesticación (como los logrados con la cruce con Bos taurus) tienden a manejarse más fácilmente y por ende se tiende a lograr mejores resultados en programas reproductivos.

En este estudio se logró palpar siete vacas más que en el de Landívar (43). Ambos estudios fueron realizados por el mismo grupo de trabajo y en condiciones similares, lo cual sugiere que la experiencia al hacer programas de sincronización incrementa la velocidad del trabajo.

Por otro lado, el mayor número de vacas gestantes detectadas entre los animales destinados al estudio, coincide con la explotación en la que se palpó el menor número de vacas por hora, evidenciando un manejo ineficiente reflejado por el alto índice de hembras gestantes confundidas con las hembras disponibles para programas reproductivos.

La edad de los animales (5.8 ± 3.2 años) tuvo una variación muy amplia. En la información accesible al autor solamente fue posible obtener una referencia (9) donde se hace mención a la edad de los animales empleados en el estudio. El utilizar animales de diferentes edades en un programa de sincronización, podría dar lugar a grandes variaciones en la manifestación de calor o en los índices de preñez, debido a la imposición de jerarquías dentro del hato que impidan el éxito del programa. Orihuela y col. (59) han señalado que la manifestación de estro puede verse afectada al encontrarse animales de diferente edad en el hato. Además es importante mencionar el efecto de la edad y el estado nutricional del animal en relación a su eficiencia reproductiva, Buck y col. (9) señalan que obtuvieron menor fertilidad en vaquillas que en vacas (secas y lactantes) de más edad, siendo los dos tipos de animales de razas cebuinas. La edad promedio de los animales asignados al servicio de monta natural (grupos III y IV) resultó ligeramente mayor que en las vacas en las que se utilizó la inseminación artificial.

Para obtener el máximo beneficio económico de cada explotación se estima que cada vaca del hato debe parir una cría por año. Para lograr esto es necesario aparear a la vaca dentro de 80 a 90 días posparto. Sin embargo, los resultados de nuestro estudio no caen dentro de esta consideración ya que el intervalo de días del parto a sincronización (días desde el último parto al día del inicio del experimento, D.P.S.) fue muy amplio (363 ± 292 días). El menor promedio de días de

parto a sincronización por rancho fué 127 (rancho 3), en la explotación 4 fueron tan amplios como 519, tal como sucede en gran medida en los hatos comerciales. Sin embargo es importante notar que la desviación estándar es grande, tal vez por no contar con un manejo adecuado de los registros productivos de los animales, permaneciendo sin tener actividad reproductiva por grandes periodos, y en consecuencia perdiéndose recursos económicos. El promedio de días del parto a sincronización de la explotación 3 (127), es el único que cae dentro del rango adecuado para concepción postparto o sea 90 a 180 días en ganado de carne comercial explotado en forma extensiva, pudiéndose así esperar un intervalo entre partos de 12 a 15 meses, lo cual hace más rentable la explotación ganadera, ya que al alargar el intervalo entre partos redundaría en una disminución en la productividad del hato. La situación anterior no acontece en las demás explotaciones en las que el promedio fué de 354 días y por ende la productividad global del hato tenderá a ser menor. Mucciolo y col. (1955) estimaron un promedio de días de parto a sincronización de 386 días, que es aun mayor que el nuestro (363 días). Esta información indica que los programas reproductivos o de sincronización se realizan con hembras que tienen mucho tiempo de haber parido, por lo que cabe la posibilidad de que muchas de ellas sean de pobre fertilidad.

Los días de parto a sincronización también pueden verse afectados por la edad de los animales; aumentaron conforme el animal era de mayor edad, se observó una ligera disminución a

los ocho, nueve y diez años de edad para posteriormente seguir su tendencia ascendente, llegando hasta 1100 días de parto a sincronización a los 13 años de edad. Estos resultados están de acuerdo, de manera indirecta, a lo encontrado por Buck y col.(9), quienes indican la edad de la hembra tiene un efecto muy importante en la fertilidad de las vacas.

Por los resultados mostrados en el Cuadro 8 se destaca que los grupos tratados con prostaglandinas $F_{2\alpha}$ (I y III) evidencian que el número de horas a calor fué de 65.4 h similar a lo expuesto por Adeyemo y col.(1) con 69.7 h, y superior a lo manifestado por Landívar y col.(44) (59.5 h) y Barnabe y col.(7) (60 h), pero es inferior a lo publicado por Orihuea (58) (73.2 h) y por Hardin y col.(27) (91.6 h). Estas diferencias pueden ser atribuidas a que la inyección de $PGF_{2\alpha}$ se realizó en diferentes periodos de la fase lútea, como lo demostro Momont (52) quien menciona que la hora de presentación de calor tras la aplicación de $PGF_{2\alpha}$ depende del día del ciclo estral en que se aplique la droga. Este autor aplicó $PGF_{2\alpha}$ a vacas lecheras en el día siete del ciclo y obtuvo una respuesta más pronta que al aplicarla en el día diez del ciclo estral. En este último caso se dispone de menos tiempo para formar folículo, posterior a la actividad luteolítica de las PGF , por lo tanto la presentación de calor tomará más tiempo o podría no haber celo.

En este trabajo, en el tiempo transcurrido a la presentación de calor después de administrar $\text{PGF}_{2\alpha}$, se detectó una diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tipos de servicio al que se asignaron los animales (69.6 h en IA vs. 54.0 h en MN) (Cuadro 7) (no hubo efecto significativo a las horas a calor según el tipo de estro). Orihuela (60) menciona que las vacas que permanecen con toro tienden a prorrogar la hora a calor conforme a la disponibilidad del toro. Esta observación no se pudo confirmar en este estudio, sin embargo se observó que con servicio de MN la presentación del celo no inducido, fué más rápida que con el servicio de IA (49.9 ± 41.6 h vs. 66.4 ± 37.3 h) (Cuadro 9), pudiendo esto indicar que la presencia del toro en el hato favorece que las vacas precipiten el celo.

Analizando la presentación de calores, se detectó una menor tasa en los animales de estro natural (17.2%) que en los de estro sincronizado (54.1%) ($P > 0.01$) (Cuadro 8). Al sincronizar con prostaglandinas el porcentaje de hembras en calor, según diversos autores, va del orden del 42 al 70% (Cuadro 2).

La tasa de calor es superior a lo que muestran Adeyemo y col. (1) quienes obtuvieron un 42% y Lokhande y col. (48) un 44% de calores, en el presente estudio se obtuvo un 69.3% de vacas en calor tras la administración de $\text{PGF}_{2\alpha}$ a hatos homosexuales es decir sin la presencia del toro en el hato (grupo I). En el grupo heterosexual (grupo III) se logró solamente el 28.4% de

vacas en calor (Cuadro 10). Los bajos valores encontrados en este grupo pudieron haber sido debidos a errores en la observación o interpretación de las marcas dejadas por los dispositivos marcadores que utilizaron los toros de este grupo ya que las hembras no fueron observadas de noche. Cabe agregar que Orihuela (58) detectó hasta un 20% de casos en que las vacas cebú no eran marcadas por los toros.

Los grupos donde existió un menor porcentaje de vacas en calor durante un periodo de 120 horas (Cuadro 10) fueron obviamente los grupos II y IV, que no recibieron tratamiento de sincronización (22.7 y 10.0% respectivamente), el grupo II muestra un valor similar al 23% esperado al calcular la probabilidad de detectar una hembra en celo en un periodo de cinco días del total de 21 que es la duración promedio del ciclo estral; no sucedió así en el grupo IV en el que hubo solamente 10%.

Al analizar por ranchos el porcentaje de vacas en calor en los primeros cinco días de iniciado el experimento, los resultados, en los cuatro grupos, muestran una variación que va del 26.7 al 36.3% de vacas en calor por rancho (Cuadro 10), este dato, aunque combina varios tratamientos, podría ser indicativo de que en los ranchos existe un inadecuado manejo del ganado (incluyendo vigilancia de los animales, alimentación y suplementación entre otros factores) aunado al poco entendimiento así como la pobre participación del personal que labora en las explotaciones ganaderas entre otras

causas. Por todas estas razones se puede concluir que para que un programa de sincronización estral tenga éxito es necesario la participación activa de todo el personal involucrado en dicho programa.

Al presentar los resultados de fertilidad con base a gestaciones y por tipo de servicio (inseminación artificial ó monta natural) con o sin la inyección de prostaglandina $F_{2\alpha}$ en los cuatro ranchos (Cuadro 12), se destaca que los grupos bajo MN tuvieron mayor porcentaje de gestaciones que los grupos de IA. Otros autores (43,58) han manifestado resultados similares sobre el mejor papel que desempeña el toro al compararse con el servicio por IA. De esta se menciona que para que se obtengan buenos resultados es necesario realizar la detección de calores en forma continua, amén de otros procedimientos propios del servicio de inseminación artificial; sin embargo, es interesante analizar que la fertilidad a monta natural, a pesar de que el toro pasa todo el tiempo con las hembras, solo fué 6% mejor que utilizando la IA. Buck y col.(9) encontraron una situación similar en Botswana. No obstante que la IA presenta desventajas, debe considerarse su aportación, en corto tiempo, al mejoramiento genético del ganado.

Los porcentajes de gestaciones mas altos en empadre de 90 días fué con los grupos de MN (62.7 y 60.0%), comparables al 60% observado por Menéndez y col.(51) en un periodo de 60 días y, a lo publicado por Buck y col.(9) quienes lograron un 48.8 y 52.4% pero en un periodo corto de 22 días de empadre.

El 58.8% de gestaciones registrado con IA bajo estro sincronizado con $\text{PGF}_{2\alpha}$ esta muy por debajo de lo indicado por Santos y col. (78) quienes alcanzaron un 94% de gestaciones en un lapso de 45 días en un grupo de 35 animales de raza Brangus, Suizo, Charolais y Cebú; este alto porcentaje pudo haber sido debido a la estrecha vigilancia mantenida a los 35 animales empleados en su estudio.

Por otro lado, Landívar (43) sugiere que la fertilidad se mejora al segundo estro después de haber sincronizado con $\text{PGF}_{2\alpha}$, sin embargo en nuestro estudio se logró un 31.5% de fertilidad acumulada del total de animales que conformaron el grupo I (114 vacas) (Gráfica 1).

En el grupo con servicio de IA a estro natural se alcanzó el 52.1% de gestaciones en el empadre de 90 días (Cuadro 13), estando por encima del 30.5% logrado por Rodríguez y col. (74) y del 30.0% obtenido por Lokhande y col. (48), en empadre de dos meses los resultados logrados en el presente trabajo (43.6%), son similares al 45% logrado por Adeyemo y col. (1).

La diversidad de resultados en los cuatro grupos experimentales, al compararlos con lo obtenido por otros autores, pueden atribuirse a muchas causas. Es posible que las características propias de cada explotación influyan notoriamente el éxito del programa. Así vemos que en cuanto al porcentaje de gestantes, el rancho 3 evidencia mejor respuesta (72.3%) que los ranchos 1, 2 y 4, que tienen en promedio 53.3%. Estas diferencias pueden deberse a que en la explotación 3

hubo mayor cuidado en el empleo de los servicios de IA y a que la relación macho:hembra en los grupos de MN de ese rancho fué baja. La fertilidad global a los 21 días en tres explotaciones que analizó Landívar (43) fué de 32, 22, y 25%, lo que también marca una diferencia importante entre ranchos sometidos al mismo proceso reproductivo.

La distribución de gestaciones en el empadre de 90 días se muestra en el Cuadro 14, donde se destaca que en el grupo en el que se utilizó el servicio de IA más PGF2 α , el mejor índice de gestaciones corresponde al primer periodo de 0-5 días, tendiendo a disminuir los números hacia el cuarto periodo, no obstante, después de los 68 días, los dos que se sirvieron con IA (I y II) muestran un repunte en el porcentaje de gestantes.

Para el caso de los animales servidos con MN, el mayor índice de gestantes se detectó en el segundo periodo, es decir del día seis al día 26 de iniciado el experimento. Al respecto, se podría pensar que los toros no son capaces de servir a todas las vacas que muestran calor al mismo tiempo (0-5 días), sin embargo a lo largo de los siguientes 21 días es cuando los sementales logran cubrir a un buen número de vacas, presumiblemente porque estas tienden a evidenciar sus calores en forma más espaciada esperando ser montadas por los toros como lo ha señalado Orihuela (60).

Los resultados de gestaciones obtenidos finalmente a los 90 días para los diferentes tratamientos en algunos casos son similares a lo logrado por otros autores (ver Cuadro 13), así tenemos que para el grupo I con servicio de IA tras la administración de $\text{PGF}_{2\alpha}$ obtuvimos un 58.8% superior al 46% logrado por Lokhande y col. (48). En el caso del grupo II con servicio de IA pero sin haber administrado sincronizador hormonal, se obtuvieron mejores resultados que lo informado por Lokhande y col. (48) y por Rodríguez y col. (74). Para los grupos de MN no se logró localizar información para realizar comparaciones. Se observan variadas respuestas, debidas seguramente a las diferentes condiciones de trabajo, ranchos, razas de ganado, considerándose como los principales factores que afectan un programa de sincronización.

El porcentaje de animales eliminados del programa es bastante considerable (33.9%) y merece especial atención en los programas reproductivos. Por los resultados expuestos es evidente que faltó un seguimiento estricto de los animales de experimentación a lo largo del empadre pero como ya ha sido mencionado, el trabajo se realizó en explotaciones ganaderas comerciales, en las que no es posible disponer del total de animales, ya que por causas diversas estos animales son dados de baja del hato. Es importante considerar que también es posible que exista un flujo de animales de potrero a potrero o del hato experimental a otros hatos presentándose extravío de vacas. No se encontró en la literatura revisada información a

este respecto. Sería interesante en un futuro investigar las razones por las que estos animales se eliminan del programa reproductivo.

Al observar la información en porcentajes acumulativos con el total de los animales gestantes en el empadre de 90 días (Gráfica 1) resalta un gran incremento en el segundo periodo en el grupo con servicio de MN al que se le aplicó $\text{Pur}_{2\alpha}$ (grupo III) y en el grupo con servicio de MN a estro natural (grupo IV), obteniéndose al final del empadre los mejores índices de gestantes en estos dos grupos pudiendo esto significar que la MN es el común denominador para lograr esos incrementos al compararlos con los grupos con servicio de IA.

Se puede enfatizar que los toros empleados para servir a los grupos III y IV requirieron de 26 días para gestar más de dos tercios de las vacas que se gestaron a lo largo del empadre de 90 días, mientras que con el servicio de IA el porcentaje acumulado de gestantes es de poco más de la mitad del total a los 90 días. A los 68 días del empadre ya se había logrado 60% de vacas gestantes con MN y 47% con IA. El incremento de fertilidad del día 69 al 90 fué de 1.3% en los grupos de MN y 8.6% en los de IA con sincronización con $\text{PGF}_{2\alpha}$, lo que difícilmente justifica prolongar el empadre más allá de los 68 días, que corresponden a poco más de tres ciclos estrales (Cuadro 7).

Con base a estas comparaciones es evidente que los resultados de este tipo de programas están sujetos a una amplia variabilidad, de modo que aún en condiciones similares no es de esperar resultados repetibles cada vez que se aplique un programa reproductivo. En general se puede indicar que los resultados obtenidos en este ensayo en los diferentes tratamientos son inferiores a lo destacado por otros autores; sin embargo, podría ser el reflejo de programas reproductivos que operan en forma eminentemente práctica en hatos comerciales o al hecho de haber trabajado en cuatro diferentes explotaciones localizadas en diferentes zonas, lo cual podría redundar en la alta variabilidad en los resultados.

Resalta también que el presente trabajo podría ser una contribución al estudio del comportamiento de los servicios de MN a lo largo de periodos de empadres que inicien con tratamientos sincronizadores ya que no se ha encontrado información acerca de este significativo hecho.

De los resultados obtenidos en este trabajo se podría concluir que a medida que el equipo de trabajo va teniendo más experiencia en las técnicas de sincronización de estros, se incrementa la velocidad de vacas palpadas por hora, situación que favorece al programa de control de estros al evitar el estres de los animales, ya que existe evidencia indirecta de que el estres puede jugar un papel muy importante en el comportamiento reproductivo del ganado cebú (90).

Fue interesante detectar que las vacas que se destinan a programas reproductivos tienen casi 12 meses desde su último parto y edades que fluctúan entre los tres y los 14 años, lo cual sugiere que los índices de productividad de los hatos experimentales no son muy elevados.

La hora de presentación de calor guarda para el primer grupo sincronizado con prostaglandina una situación parecida a lo informado por otros investigadores, que es de aproximadamente 70 horas después de la inyección del fármaco, mientras que en el grupo III con servicio de MN la presentación de calor fué más temprana (58 horas).

La fertilidad en los primeros cinco días del programa fué superior en los grupos de IA que en los de MN, pero a partir de ahí son los grupos de MN los que tienen mejor fertilidad. En el empadre de 90 días, los grupos de MN mostraron ser un 6% mejores que los de IA. Con los resultados obtenidos no parece recomendable prolongar los empadres más allá de los 68 días, a este tiempo la MN superó por 13% de fertilidad a la IA.

Las vacas eliminadas durante el periodo experimental de empadre de 90 días fueron alrededor del 33% significando esto que los hatos en experimentación deberán mantenerse más vigilados para evitar animales extraviados del programa que obstaculicen la evaluación de la fertilidad de los animales asignados al experimento.

CUADRO 1. RECOPIACION DE DIVERSOS AUTORES SOBRE LA DURACION DEL ESTRO NATURAL EN GANADO BOVINO EXPLOTADO BAJO CONDICIONES TROPICALES.

AUTOR	RAZA	HORAS EN ESTRO	n=	OBS.
Adeyemo, 1979 (1)	White Fulani	14.6	67	vaquillas
Anderson, 1944 (2)	B. taurus x cebú	7.4		
		Cebú		
Baker, 1967 (6)	Sahival x Shorthorn	13.44		vaquillas
Gupta, 1980 (24)	Brown swiss x Sahival	17.7	51	vacas
Jaume, 1980 (36)	Friesan x cebú	21.7	44	vaquillas
Johnson, 1979 (40)	White Fulani	3.1	32	vaquillas
Orihuela, 1982 (58)	Indobrasil	11.3	3	vacas sin toro
		9.8	6	vacas con toro
Plasse, 1970 (65)	Brahman	6.7	35	vaquillas
Vaca, 1982 (90)	Indobrasil	19.2	9	vacas sin toro
		15.3	10	vacas con toro
Villacorta, 1967 citado por Fonseca (18)	Cebu	16.6		
Zakari, 1981 (100)	White Fulani Bokoloji	6.4a y 11.4b		a) época seca b) época lluviosa
		5.2a y 10.7b		

CUADRO 2. RESPUESTA A ESTRO EN GANADO CEBUINO SINCRONIZADO CON UNA DOSIS DE PGF2 α .

REFERENCIA	RAZA	% EN ESTRO	HORAS A	OBSERV.
Adeyemo et.al. 1979 (1)	Brown swiss, Holstein, M. Fulani	42.0	9.7 \pm 3.3	
Barnabe et.al. 1976 (7)	Bos indicus x Bos taurus	70.0	60.0 \pm 14.4	PGF via IU
Hardin et.al. 1980 (27)	Bos indicus x Bos taurus	46.0	91.6 \pm 10.5	
Landivar et.al. (1985) (44)	Gyr	46.3	68.7	vacas sin toro
	Indobrasil	54.8	59.5	vacas con toro
Orihuela 1982 (58)	Indobrasil	50.0	57.4 \pm 4.0	vacas sin toro
		54.5	73.2 \pm 0.8	vacas con toro
Thomas O. 1979 (88)	Gyr	45.0		
Thomas P. 1979 (89)	Gyr	51.4		

CUADRO 3. PORCENTAJE DE FERTILIDAD A ESTRO NATURAL OBTENIDO POR DIVERSOS AUTORES EN DIFERENTES PERIODOS DE EMPADRE EN GANADO CEBUINO.

REFERENCIA	RAZA	PERIODO EVALUADO (dias)	n°	% DE FER TILIDAD	OBSERV.
Adeyemo et.al. 1979 (1)	W.Fulani, German Brown, Holstein.	60	11	45.0	
Ayala 1977 (4)	Cebú	36	60	23.3	
Dutta et.al. 1980 (14)	Bos indicus x Bos taurus	30 30	156 131	61.3 45.8	noviembre julio
Hardin et.al.. 1980 (26)	Bos indicus x Bos taurus	25 7	24 16	46.0 38.0	vacas y vaquillas vaquillas
Lokhande et.al. 1983 (48)	Bos indicus x Bos taurus	90	66	33.0	vaquillas
Menéndez et.al. 1979 (51)	Cebú	0-3 0-26 0-60 0-85	40	12.0 40.0 60.0 70.0	
Mucciolo et.al. 1977 (55)	NeiIore	60	30	26.6	
Rodriguez et.al. 1979 (74)	Cebú, Brangus, Charolais.	0-5 0-25 0-45 0-90	36	8.3 13.9 16.7 30.5	vaquillas
Santos, de los et.al. 1979 (78)	Cebú, Brangus, Charolais, Suizo	0-5 0-21 0-30 0-45	35	9.0 51.0 77.0 83.0	
Thomas O. 1979 (88)	Gyr	21 40	15 15	40.0 60.0	1Ax21 d MNx40 d
Zakari et.al.. 1981 (99)	Cebú	60 90	17 25	18.0 57.0	junio a sept. abril a

CUADRO 4. PORCENTAJE DE FERTILIDAD EN VAQUILLAS Y VACAS OBTENIDA POR DIVERSOS AUTORES EN GANADO EXPLOTADO EN CONDICIONES TROPICALES.

AUTOR	LUGAR	RAZA	VAQUILLAS	VACAS	OBSERV.
Bastidas et.al. 1984 (8)	Venezuela	Brahman	33.0	60.2	
Buck et.al. 1980 (9)	Botswana	Africander,	39.7	42.4	Ensayo I
		Brahman,Tuli, Tswana.	38.1	40.7	Ensayo I
		Brahman x Bos taurus		59.1 64.1	Ensayo I
González-Stagnaro et.al.1980 (23)	Venezuela	Bos taurus x Bos indicus	60.2	44.6	
Hardin et.al. 1980 (26)	Florida E.U.	Bos taurus x	58.0		Estro natural MN Estro natural IA
		Bos indicus	38.0		
Lokhande et.al. 1983 (48)	India	Bos taurus x Bos indicus	33.0		

CUADRO 5. PORCENTAJE DE FERTILIDAD EN GANADO CEBUINO SOMETIDO A DIFERENTES TRATAMIENTOS DE SINCRONIZACION ESTRAL.

AUTOR	RAZA	n=	METODO DE SINCRONIZACION	HORARIO DE SERVICIO	% FERTILIDAD	CONDICION
Hoeyano et.al. 1979 (1)	w.ruiani	6	PGF 2 dosis	80 h	66.0	vaquillas
Buck et.al. 1980 (9)	Africander, 1/4 Tuli, Brahman, Tswana	174	por 2 dosis	72 y 96 h	38.8	vacas y vaquillas
Marvin et.al. 1980 (26)	B. taurus x B. indicus (BT x BI)	23	PGF 2 dosis	a estro	30.0	vacas y vaquillas
Hardin et.al. 1980 (27)	BT x BI	43	PGF 2 dosis	a estro	37.0	vaquillas
Landivar, 1982 (43)	Indobrasil, Gyr	59	PGF 1 dosis	a estro	21.4	vacas
Lokhande et.al. 1983 (48)	BT x BI	62	PGF 2 dosis	72 y 96 h	29.0	vaquillas
	BT x BI	71	Implante Nor- gestomet	48 y 72 h	48.0	vaquillas
	BI x BI	65	PRID	48 y 72 h	62.0	vaquillas
	BT x BI	70	PGF 2 dosis	72 y 96 h	46.0	vaquillas
	BI x BI	71	Implante Nor- gestomet	48 y 72 h	59.0	vaquillas
	BI x BI	65	PRID	48 y 72 h	66.0	vaquillas
Menéndez et.al. 1974 (51)	Cebú	36	Implante 6 mg SC21009	a estro por 3 días	53.0	vacas
				0 - 26 días	67.0	
				0 - 60 días	83.0	
				0 - 85 días	83.0	
	Cebú	35	Implante 3 mg SC21009	a estro por 3 días	28.0	vacas
				0 - 26 días	51.0	
				0 - 60 días	66.0	
				0 - 85 días	77.0	
Mucciolo et.al. 1977 (55)	Nellore	30	PGF vía IU	72 y 80 h	20.0	vacas y vaquillas
Rodríguez et.al. 1979 (74)	Cebú	32	Implante 5 mg SC21009	a estro por 5 días	9.4	vacas
				0 - 25 días	28.1	
				0 - 45 días	28.1	
				0 - 90 días	46.9	

...continua Cuadro 5

Santos, de los, et.al. 1979, (78)	Brangus, Ce- bú, Suizo, Charolais	35	PGF 2 dosis	a estro por		vacas
				5 días	57.0	
				0 - 21 días	69.0	
				0 - 30 días	86.0	
			0 - 45 días	94.0		
	Brangus, Ce- bú, Suizo, Charolais	31	Implante 3 eq SC21009	a estro por		vacas
				5 días	48.0	
				0 - 21 días	58.0	
				0 - 30 días	64.0	
			0 - 45 días	64.0		
Santos, de los, et.al. 1979, (79)	Cebú	54	Implante SC21009	a estro por		vacas
				5 días	16.7	
				0 - 25 días	20.4	
				0 - 45 días	25.9	
Smith et.al. 1979 (83)	Brahaan x Hereford	203	SMB	a estro por		vaquillas
				4 días	47.0	
				0 - 21 días	60.0	
				0 - 36 días	85.0	
	3/4 Brah- man	380	SMB	a estro por		vaquillas
				4 días	59.0	
0 - 21 días				60.0		
			0 - 36 días	84.0		

CUADRO 6. NUMERO DE ANIMALES UTILIZADOS EN LOS DIVERSOS GRUPOS EXPERIMENTALES DISTRIBUIDOS POR RANCHO.

GRUPO	RANCHO				TOTAL
	1	2	3	4	
I-IAPGF	38	29	22	25	114
II-IA	32	24	33	30	119
III-MNPGF	18	16	9	24	67
IV-MN	22	22	19	27	90
TOTALES	110	91	83	106	390

CUADRO 7. RESULTADOS POR TIPO DE SERVICIO EN ALGUNAS DE LAS VARIABLES ANALIZADAS

TIPO DE SERVICIO	EN PRIMEROS CINCO DIAS			PORCENTAJE DE GESTACIONES EN DISTINTOS PERIODOS (DIAS)			
	HS AL CALOR*	HS AL SERV.**	TASA CALOR**	0-5 ^{ms}	0-21 ^{ms}	0-68 ^{ms}	0-90 ^{ms}
INSEMINACION ARTIFICIAL	69.6 n=110	78.5 n=111	45.5 106/233	18.0 42/223	29.6 69/223	46.8 109/233	55.4 129/233
MONTA NATURAL	54.0 n= 29	71.0 n= 10	17.8 28/157	10.8 17/157	39.5 62/157	59.9 94/157	61.2 96/157

* Hubo efecto significativo de tipo de servicio (p<0.05)

** Hubo efecto altamente significativo de tipo de servicio (p<0.01)

NS No hubo efecto significativo (p>0.05)

CUADRO 8. RESULTADOS POR TIPO DE ESTRO EN ALGUNAS DE LAS VARIABLES ANALIZADAS

TIPO DE ESTRO	EN PRIMEROS CINCO DIAS			PORCENTAJE DE GESTACIONES EN DISTINTOS PERIODOS (DIAS)			
	HS AL CALOR ^{ms} *	HS AL SERV. ^{ms} *	TASA CALOR**	0-5 ^{ms}	0-21 ^{ms}	0-68 ^{ms}	0-90 ^{ms}
ESTRO SINCRON.	65.4 n=100	74.5 n= 86	54.1 98/181	18.2 33/181	33.2 60/181	54.1 98/181	60.2 109/181
ESTRO NATURAL	50.2 n= 39	75.0 n= 35	17.2 36/209	12.4 26/209	34.0 71/209	50.2 105/209	55.5 116/209

* Hubo efecto significativo de tipo de estro (p<0.05)

** Hubo efecto altamente significativo de tipo de estro (p<0.01)

NS No hubo efecto significativo (p>0.05)

CUADRO 9. HORA PROMEDIO DE LA PRESENTACION DE ESTRO EN LOS CINCO DIAS POSTERIORES AL INICIO DEL EXPERIMENTO

GRUPO	RANCHO				MEDIA \pm D.E. n =
	1	2	3	4	
I-IAPEF	66.6	75.6	70.0	79.2	72.7 \pm 19.3 n = 81
II-IA	47.3	85.5	64.8	67.6	66.4 \pm 37.3 n = 29
III-IMPBF	80.1	56.5	10.0*	80.0	58.0 \pm 28.5 n = 19
IV-IV	72.0	60.0	32.0	20.0	49.9 \pm 41.6 n = 10

* Nota: Es el resultado de una sola vaca, que entró muy pronto en calor.

CUADRO 10. PORCENTAJE DE HEMBRAS EN CALOR EN LOS CINCO DIAS SIGUIENTES A LA ADMINISTRACION DE LAS DROGAS SINCRONIZADORAS POR RANCHO.

GRUPO	RANCHO				GLOBAL
	1	2	3	4	
I-IAPEF	63.1	65.5	59.0	100	69.3% (79/114)
II-IA	18.7	16.6	27.2	33.3	22.7% (27/119)
III-IMPBF	50.0	6.6	11.1	8.3	28.4% (19/67)
IV-IV	9.0	18.1	15.7	3.7	10.0% (9/90)
GLOBAL	35.2	26.7	28.2	36.3	34.4 (134/390)

CUADRO 11. INTERVALO DEL INICIO DEL EXPERIMENTO AL PRIMER SERVICIO (MS).

GRUPO	RANCHO				PROM \pm D.E.
	1	2	3	4	
I-IAPGF	74.6	83.5	77.5	87.2	80.6 \pm 18.8 n = 81
II-IA	55.3	91.0	72.0	80.7	76.3 \pm 39.8 n = 30
III-III-PGF	-	63.3	-	84.0	68.3 \pm 28.4 n = 5
IV-IV	79.0	144.0	-	48.0	73.8 \pm 49.5 n = 5

CUADRO 12. PORCENTAJE Y NUMERO DE VACAS GESTANTES, VACIAS Y ELIMINADAS EN EL EMPADRE DE 90 DIAS EN LOS DIVERSOS GRUPOS EXPERIMENTALES.

GRUPO	GESTANTES	VACIAS	ELIMINADAS	TOTAL
I-IAPGF	58.8 n=67	11.4 n=13	29.8 n=34	100 n = 114
II-IA	52.1 n=62	10.9 n=13	37.0 n=44	100 n = 119
III-III-PGF	62.7 n=42	3.0 n=2	34.3 n=23	100 n = 67
IV-IV	60.0 n=54	5.6 n=5	34.4 n=31	100 n = 90
GLOBAL	57.7	8.5	33.9	100

CUADRO 13. COMPARACION DEL PORCENTAJE DE GESTACION EN LOS GRUPOS EXPERIMENTALES CON LO ENCONTRADO POR OTROS AUTORES.

GRUPOS	PERIODOS (DIAS)				
	0 - 5	0 - 26	0 - 47	0 - 68	0 - 90
I-IAPEF	18.4	31.5	43.8	50.0	58.8
	21.4 (43)	64.7 (43)	94.0 (78)	38.6 (39)	46.0 (48)
	29.0 (48)	69.0 (78)		66.8 (1)	
	57.0 (78)				
II-IA	17.6	31.0	38.6	43.6	52.1
	8.3 (70)	13.9 (74)	16.7 (74)	45.0 (1)	30.5 (74)
	29.8 (36)	31.0 (43)	83.0 (78)		33.0 (48)
		51.0 (78)			
III-IMPFG	17.9	49.2	56.7	61.1	62.6
	23.9 (43)				
IV-IM	5.5	42.2	53.3	58.9	60.0
		43.2 (43)			

Entre paréntesis se indica la referencia

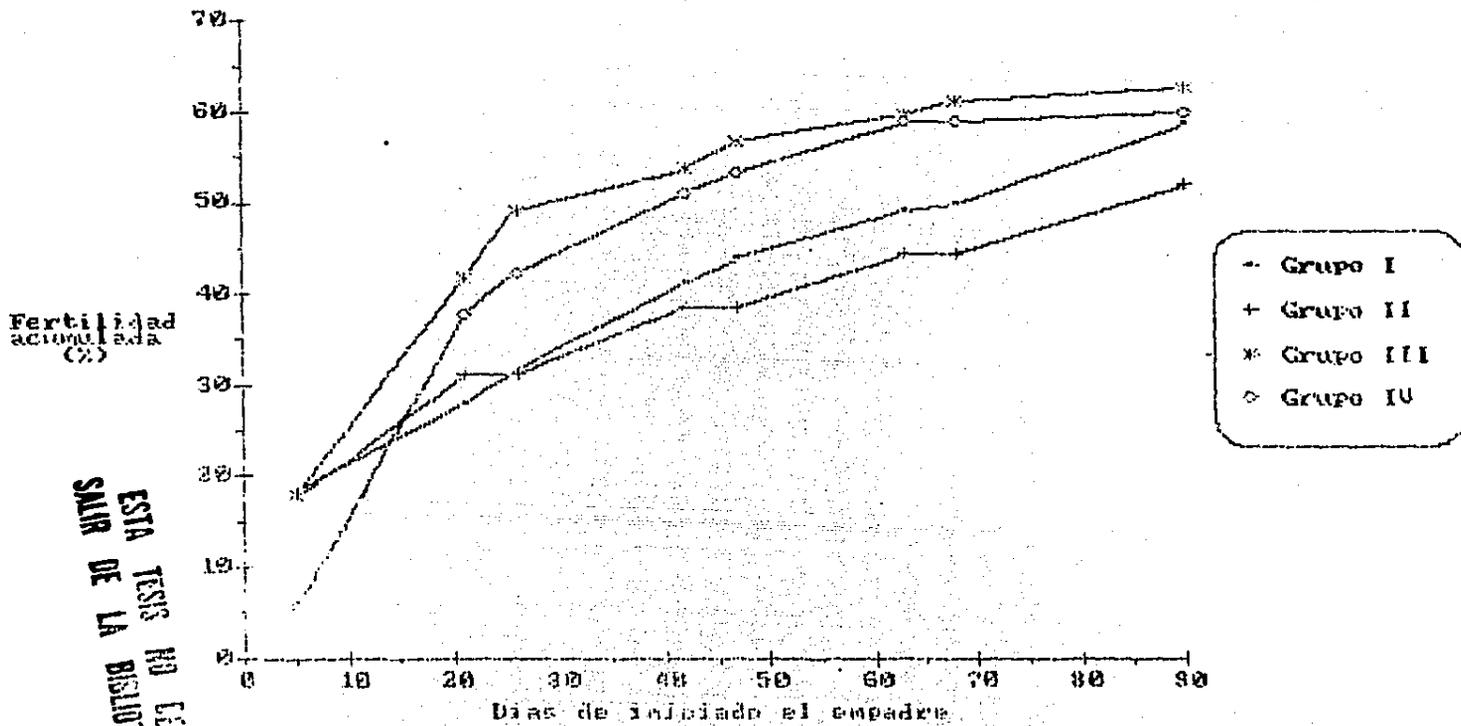
CUADRO 14. DISTRIBUCION DE GESTACIONES EN EL EMPADRE DE 90 DIAS CON PRIMER PERIODO DE CINCO DIAS MAS CUATRO CICLOS O PERIODOS ESTRALES.

GRUPOS		PERIODOS (DIAS)					TOTAL
		0-5	6-26	27-47	48-68	69-90	
I	n=	21	15	14	7	10	67
	% gest=	18.4	13.1	12.3	6.1	8.8	
	% acum=	18.4	31.5	43.8	50.0	58.8	58.8
II	n=	21	16	9	6	10	62
	% gest=	17.6	13.4	7.6	5.0	8.4	
	% acum=	17.6	31.0	38.6	43.6	52.1	52.1
III	n=	12	21	5	3	1	42
	% gest=	17.9	31.3	7.4	4.4	1.4	
	% acum=	17.9	49.2	56.7	61.1	62.6	62.6
IV	n=	5	33	10	5	1	54
	% gest=	5.5	36.6	11.1	5.5	1.1	
	% acum=	5.5	42.2	53.3	58.9	60.0	60.0

CUADRO 15. DISTRIBUCION DE GESTACIONES EN EMPADRE DE 90 DIAS CON CUATRO CICLOS ESTRALES DE 21 DIAS.

GRUPOS		PERIODOS (DIAS)				TOTAL
		0-21	22-42	43-63	64-90	
I	n=	32	15	9	11	67
	% gest=	28.0	13.1	7.9	9.6	
	% acum=	28.0	41.2	49.1	58.7	58.7
II	n=	37	9	7	9	62
	% gest=	31.0	7.6	5.9	7.6	
	% acum=	31.0	38.7	44.5	52.1	52.1
III	n=	28	8	4	2	42
	% gest=	41.8	11.9	6.0	3.0	
	% acum=	41.8	53.7	59.7	62.6	62.6
IV	n=	34	12	7	1	54
	% gest=	37.7	13.3	7.7	1.1	
	% acum=	37.7	51.1	58.8	60.0	60.0

Grafica 1. Fertilidad acumulada a lo largo del empadre de 58 días.



Fertilidad acumulada (%)

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

VI. - LITERATURA CITADA.

- 1.- Adeyemo, O.; Akpokodje, U.U.; Odili, P.I.: Control of estrus in Bos indicus and Bos taurus heifers with prostaglandin F_{2α}. Theriogenology 12 (5):255-262 1979.
- 2.- Anderson, J.: The periodicity and duration of oestrus in zebu and grade cattle. J. Agric. Sci. 34:57-67 1944.
- 3.- Aguilar, A.; Galina, C.S.; Hummel, J.: Estudio morfológico comparativo de los ovarios de la vaca cebú y la vaca Holstein. Vet. Mex. 14:133-136 1983.
- 4.- Ayala M., F.-J.: Sincronización del estro mediante la utilización de implantes del progestágeno SC21009 en vaquillas productoras de carne. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. Zoot. U.N.A.M. México 1977.
- 5.- Badway, A.M.; El-Bashary, A.S.; El-Keraby, F.E.: Studies on the sexual behaviour of the female pure-breed Holstein-friesian in Egypt. II. Estrus cycle length and duration of estrus. Alexandria J. Agric. Res. 21:179-184 1973.
- 6.- Baker, A.A.: The pattern of oestrous behaviour in Sahiwal-Shorthorn heifers in southeastern Queensland. Australian Vet. J. 43:140-144 1967.
- 7.- Barnabe, V.H.; Mucciolo, R.G.; Barnabe, R.C.: Utilizacao da PGF_{2α} na sincronizacao do ciclo estrol em bovinos. II. Inseminacoes artificiais praticadas em horarios predeterminados, com observacao de sintomas de cio. Rev. Fac. Med. vet. Zoot. Univ. S. Paulo Brasil 13(2):367-376 1976.
- 8.- Bastidas, P.; Trocóniz, J.; Verde, O.; Silva, O.: Effect of restricted suckling on pregnancy rates and calf performance in Brahman cows. Theriogenology 21(2):289-294 1984.
- 9.- Buck, N.G.; Light, D.; Makobo, A.D.: Conception rates of beef cattle in Botswana following synchronization of oestrus with cloprostenol. Ania. Prod. 30:61-67 1980.
- 10.- Cuevas, C.R.; Hagen, D.D.: Relación entre la duración del estro y la fertilidad en vacas lecheras de la zona tropical de Veracruz. Téc. Pec. Méx. 8:59-60 1966.
- 11.- Chenoweth, P.J.: Libido and mating behavior in bulls, boars and rams. A review. Theriogenology 16(2):155-177 1981.
- 12.- Chicco, C.; Shultz, E.: El uso de los recursos tropicales para la alimentación de los bovinos. X Congreso Mundial de Buiatría. México, D.F., Nov. p.605 1978.

- 13.- **Dunn, T.G. ; Ingalls, J.E. ; Zimmerman, D.R. ; Wiltbank, J.N. :** Reproductive performance of 2-year old Hereford and Angus heifers as influenced by more and less calving energy intake. J. Anim. Sci. 29:719-729 1979.
- 14.- **Dutta, J.C. ; Kakati, B.N. ; Rajkonwar, C.K. ; Borgohain, B.N. :** Effect of months and seasons on conception rate in cattle. Indian Vet. J. 57:225-228 1980.
- 15.- **Escobar, J. ; Fernández-Balca, S. ; Galina, C.S. ; Berruecos, J.M. ; Baeza, A.E. :** Estudio del intervalo entre partos en bovinos productores de carne en una explotación del altiplano y otra en la zona tropical húmeda. Vol. No. 13:55-60 1982.
- 16.- **Eversbusch, J. Ch. :** Índex reproductivos en un hato de ganado Charolais comparado con Cebú y sus cruza en el trópico mexicano. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. U.N.A.M. México 1978.
- 17.- **Fideicomiso Campesinaria Nacional Contra la Garrapata:** Dirección General de Extensión Agrícola-S.A.R.H. México, D.F. 1980.
- 18.- **Fonseca, V.O. da ; North, A.L. do ; Chow, L.A. ; Saturnino, H.M. :** Artificial insemination of beef cattle. I. Observations on the best time for insemination. Rev. An. Agr. Vet. Univ. Fed. Minas Gerais 33(2):335-340 1981.
- 19.- **Foote, R.H. :** Estrus detection aids. J. Dairy Sci. 58(2):248-256 1975.
- 20.- **Galina, C.S. :** Some aspects that affect the success of artificial insemination in zebu cattle. Proc. 8th Int. Conf. Theriogenology. XIII Annual Meeting. Sacramento Cal. 1985.
- 21.- **Galina, C.S. ; Calderón, A. ; McCloskey, M. :** Detection of signs of estrus in the Dual-Purpose cow and its Brahma cross under continuous observation. Theriogenology 17(3):483-498 1982.
- 22.- **Gómez M., A.E. :** La prostaglandina F_{2α}, su capacidad para lizar cuerpo lúteo e inducir la presentación de signos de estro en el ganado de carne. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. U.N.A.M. México 1979.
- 23.- **González-Stagnaro, D.C. ; Fernández, R. ; Boto, E. :** Eficiencia de programas de I.A. en rebaños bovinos de una zona tropical. Int. Cong. Anim. Rep. & A.I., III Symposia Madrid España 1980.
- 24.- **Gupta, S.C. ; Mishra, R.R. :** Oestrous behaviour of Brown Swiss x Sahiwal cattle. Indian J. Anim. Sci. 9(10):1033-1038 1980.
- 25.- **Hafez, E.S.E. :** Reproduction in farm animals. 4th ed. Lee & Febiger, Philadelphia 1980.

26. - Hardin, D.R. ; Warnick, A.C. ; Wise, T.H. ; Schultz, R.H. ; Fields, M.J. : Artificial insemination of subtropical beef cattle following synchronization with Cloprostenol (ICI80996) I. Fertility. Theriogenology 14(4):249-258 1980.
27. - Hardin, D.R. ; Warnick, A.C. ; Fields, M.J. : Artificial insemination of subtropical commercial beef cattle following synchronization with Cloprostenol (ICI80996): II. Estrous response. Theriogenology 14(4):259-268 1980.
28. - Hawk, H.W. : Infertility in dairy cattle. Beltsville Symposia in Agric. Res. III. Anim. Rep. H.W. Hawk, C.A. Kiddy & H.C. Cecil. Allenheld, Osann Co. Inc. Montclair N.J. 1979.
29. - Heersche, G. ; Kirakofe, G.H. ; DeBenedetti, R.C. ; Wen, S. ; McKee, R.M. : Synchronization of estrus in beef heifers with a Norgestomet implant and PGF_{2α}. Theriogenology 11(3):197-208 1979.
30. - Herr, S. : Standing heat after synchronization with cloprostenol in cattle. J. South African Vet. 53(3):198 1982.
31. - Hixon, D.L. ; Kesler, D.J. ; Troxel, T.R. ; Vincent, D.L. ; Wiseman, B.S. : Reproductive hormone secretions and first service conception rate subsequent to ovulation control with Synchro-mate B. Theriogenology 16(2):219-229 1981.
32. - Holness, D.H. ; Hale, D.H. ; McCabe, C.T. : Ovarian response to pregnant mare serum gonadotrophin and prostaglandin F_{2α} in Africander and Mashona cows. Theriogenology 14(5):375-381 1980.
33. - Holroyd, R.G. ; O'Rourke, P.K. ; Clarke, M.R. ; Loxton, I.D. : Influence of pasture type and supplement on fertility and liveweight of cows and progeny growth rate in the dry tropics of northern Queensland. Austr. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 23:4-13 1983.
34. - Hunter, R.H.F. : Physiology and technology of reproduction in feral domestic animals. Academic Press, London. 1980.
35. - Hurnik, J.F. ; King, G.J. ; Robertson, H.A. : Estrous and related behaviour in postpartum Holstein cows. Appl. Anim. Ethol. 2(1):53-68 1975.
36. - Jaime, C.M. ; Leal, J.A. ; Deresz, F. ; Bruschi, J.H. ; Calvalho, M.R. de ; Villas Novas, J.C. ; Megale, F. : Duration of oestrus and time of ovulation in crossbred Friesian x zebu heifers. 9th Int. Cong. Anim. Rep. & A.I., III Symposia, Madrid España 1980.

- 37.- Jiménez, F.; Galina, C.S.; Ramírez, B.; Navarro-Fierro, R.: Comparative study of the concentrations of peripheral progesterone before and after prostaglandin F_{2α} injection between *Bos taurus* (Brown Swiss) and *Bos indicus* (Indobrasil) in the tropics. Anis. Rep. Sci. 9:533 1985.
- 38.- Jochle, W.: Pharmacological aspects of the control of the cycle in the domestic animals. 6th Int. Cong. Anis. Rep. t.A.I., vol.1 p.97 Münich 1972.
- 39.- Jochle, W.; Hidalgo, M.A.; Giménez, T.; García C., R.: Oestrous cycle synchronization in zebu cattle and its use in cattle production and management in the tropics. J. Agric. Sci. Camb. 80:329-340 1973.
- 40.- Johnson, A.O.; Gambo, A.: Oestrous behaviour in Bunaji (White Fulani) heifers. J. Agric. Sci. 92(3):689-694 1979.
- 41.- Kiddy, C.A.; Mitchell, D.S.; Bett, D.J.; Hawk, H.: Detection of estrus-related odors in cows by trained dogs. Biol. Reprod. 19:389-395 1978.
- 42.- Kolb, E.: fisiología veterinaria. 2da.ed. esp. vol.II. Acribia, Zaragoza España 1976.
- 43.- Landívar S., C.: Pruebas de fertilidad en ganado cebú a estro natural y estro inducido con prostaglandina F_{2α} comparando la monta directa con la inseminación artificial. Tesis de maestría. Fac. de Med. Vet. Zoot. U.N.A.M. México 1982.
- 44.- Landivar, C.; Galina, C.S.; Duchateau, A.; Navarro-Fierro, R.: Fertility trial in zebu cattle after a natural or controlled estrus with prostaglandin F_{2α} comparing natural mating with artificial insemination. Theriogenology 23:421-429 1985.
- 45.- Lauderdale, J.W.: The use of prostaglandins in cattle. Ann. Biol. anis. Bioch. Biophys. 15(2):419-425 1975.
- 46.- Levine, J.M.; Amezcuita, M.C.; Hohenboken, W.D.: Relationship of live weight to calving rate of grade zebu heifers and cows on the eastern plains of Colombia. J. Anis. Sci. 50(6):1040-1044 1980.
- 47.- Lira, P.: Comportamiento sexual del ganado cebú después de la aplicación de prostaglandina F_{2α}. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. Zoot. U.N.A.M. México 1981.
- 48.- Lokhande, S.M.; Patil, V.H.; Mahajan, D.C.; Phadnis, Y.P.; Humblot, P.; Thibier, M.: Fertility on synchronized estrus in crossbred (*Bos taurus* x *Bos indicus*) heifers. Theriogenology 20(4):397-406 1983.
- 49.- Louis, T.M.; Hafs, H.D.; Stellflug, J.N.: Control of ovulation, fertility and endocrine response after prostaglandin F_{2α} in cattle. Ann. Biol. anis. Bioch Biophys. 15(2):407-417. 1975.

50. - **Liawe Evelyn, C.A.; Munro, C.D.; Luckins, A.G.; Jordt, T.; Murray, M.; Lorenzini, E.** Behavioral and ovarian changes during the oestrus cycle in the boran (*Bos indicus*). British Vet. J. 193175-83 28-83 1987.

51. - **Méndez T., M.; Ruiz D., R.; González P., E.** Establecimiento de épocas cortas de inseminación artificial mediante el uso de la sincronización del estro. Téc. Pec. Méx. 36:15-20 1979.

52. - **Momonont, G.** Temporal factors affecting the response to prostaglandin F2a products: effects in dairy cattle. Proc. Soc. for the study of Theriogenology. X Annual Meeting 1919 1982.

53. - **Montealegre D., F.; Polanco J., A.; Skewes R., H.** Efecto del nivel de alimentación sobre la sincronización del celo con prostaglandinas en la vaca. Desarrollo Nueva Época No. 21-22: 75-81 1980.

54. - **Moreno, I. Y. D.; Galina, C. S.; Escobar, F. J.; Ramírez, B.; Navarro-Fierro, R.** Evaluation of the cyclic response to prostaglandin F2a in zebu cattle based on serum progesterone. Theriogenology 25:413 1985.

55. - **Mucchiolozolo, R. U.; Barnabe, R. C.; Barnabe, V. H.** Utilización de prostaglandina f2a na sincronização do ciclo estral em bovinos. III. Inseminações artificiais praticadas em horários pre-determinados, sem observação de estro. Rev. Fac. Med. vet. Zoot. Univ. S. Paulo Brasil 14(1):45-51 1977.

56. - **Navarro-Fierro, R.** Biestadística, análisis de variables binarias. McGraw-Hill, México. 1987.

57. - **Oliveira Filho, E. B. de.** Contribuição para o estudo genético quantitativo de fertilidade de um rebanho Canchin. Tesis. Fac. Med. vet. Zoot. Univ. S. Paulo Brasil. 1977.

58. - **Orihueu, T., J. A.** Conducta estral del ganado cebú. Tesis de maestría. Fac. de Med. Vet. Zoot. U.N.A.M. México 1982.

59. - **Orihueu, T., J. A.; Galina, C. S.; Escobar, J.; Riquelme, E.** Estrous behaviour following prostaglandin F2a in zebu cattle under continuous observation. Theriogenology 19:795-809 1983.

60. - **Orihueu, T., J. A.** La conducta estral en la vaca Indobrasil. Tesis de doctorado. Fac. de Med. Vet. Zoot. U.N.A.M. México, D.F. 1985.

61. - **Ott, R. R. B.; Lock, T. F.; Brodie, B. O.; Memmon, M. A.; Mansfield, M. E.** Estrus synchronization of beef cows with palpable corpus luteum using prostaglandin F2a. The Bovine Practitioner 16:69-71 199 1981.

62. - **Oyediji, E. O.; Osori, D. I. K.; Akerejola, O.; Sarin, D.** Effect of level of nutrition on onset of puberty and conception rates of zebu heifers. Theriogenology 18(5):525-539 1982.

- 63.- **Peters, A.R.** : Calving intervals of beef cows treated with either gonadotrophin releasing hormone or a progesterone releasing intravaginal device. Vet. Rec. 110:515-517 1982.
- 64.- **Peters, A.R.** ; **Riley, G.M.** : Is the cow a seasonal breeder?. British Vet. J. 138(6):533-537 1982.
- 65.- **Plasse, D.** ; **Warnick, A.C.** ; **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 Brahma heifers. J. Anim. Sci. 30(1):63-72 1970.
- 66.- **Randel, R.D.** : Brahma cows are different. Proc. Soc. for the study of Theriogenology. III Annual Meeting. Oklahoma. 1975.
- 67.- **Randel, R.D.** : Interrelationship of endocrine and physiological events during the estrous cycle in Brahma cattle. Technical Report No.80-2. Texas Agric. Exp. St. 1978.
- 68.- **Randel, R.D.** : LH and ovulation in Brahma, Brahma x Hereford and Hereford heifers. J. Anim. Sci. 43:300 1976.
- 69.- **Randel, R.D.** : Seasonal effects on female reproductive functions in the bovine (Indian breeds). Theriogenology 21(1):170-185 1984.
- 70.- **Rao, C.C.** ; **Rao, A.R.** ; **Rao, A.S.** : Post-partum ovarian activity and conception in cross-breed cows. Indian Vet. J. 58:400-402 1981.
- 71.- **Roche, J.F.** : Synchronization of oestrus and fertility following artificial insemination in heifers given prostaglandin F_{2a}. J. Reprod. Fert. 37:135-138 1974.
- 72.- **Roche, J.F.** : Calving rate of cows following insemination after a 12-day treatment with silastic coils impregnated with progesterone. J. Anim. Sci. 43(1):164-169 1976.
- 73.- **Roche, J.F.** ; **Ireland, J.** ; **Mawhinney, S.** : Control and induction of ovulation in cattle. J. Reprod. Fert. suppl. 30:211-222 1981.
- 74.- **Rodríguez R., A.** ; **Rodríguez R., O.L.** ; **González P., E.** ; **Ruiz D., R.** : Inseminación a horarios predeterminados en vaquillas sincronizadas con implantes de SC21009. Téc. Pac. Méx. 36:53-58 1979.
- 75.- **Rodríguez, T.** ; **Verde, O.** ; **Espinoza, J.** : Efecto del momento de inseminación, masaje clitorico, época del año, raza y otros factores sobre la fertilidad en bovinos. 9th Int. Cong. Anim. Rep. & A.I., III Symposia, Madrid España 1980.
- 76.- **Rowson, L.E.A.** ; **Tervit, R.** ; **Brand, A.** : The use of prostaglandins for synchronization of oestrus in cattle. J. Reprod. Fert. 29:145 1972.

- 77.- Rubio G., I.: Niveles séricos de progesterona en vacas Indobrasil (*Bos indicus*) durante los meses de noviembre a febrero en el trópico. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. Zoot. U.N.A.M. México 1985
- 78.- Santos, S.G. de los; Martínez Y., E.; Leija G., E. de; Ruiz D., R.; González P., E.: Comparación de la prostaglandina F_{2α} y de implantes del SC21009 como sincronizadores del estro en ganado bovino. Téc. Pec. Méx. 36:33-39 1979.
- 79.- Santos, S.G. de los; Taboada S., J.J.; Montaña B., M.; González P., E.; Ruiz D., R.: Efecto de la lactación controlada y tratamientos con hormonas esteroides en la inducción y sincronización del estro en vacas encastadas de cabú. Téc. Pec. Méx. 36:9-14 1979.
- 80.- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos: El desarrollo agroindustrial y la ganadería en México. Documentos de trabajo para el desarrollo agroindustrial 8. Coordinación General de Desarrollo Agroindustrial. México, D.F. 1982.
- 81.- Schneider, K.M.: Zool. Gart. 4:349 1931. Citado por Williamson et al. (97).
- 82.- Servicio Meteorológico Nacional: Dirección General de Geografía y Meteorología-S.A.R.H. México, D.F. 1985.
- 83.- Smith, M.F.; Burrell, W.C.; Broadway, J.; Wiltbank, J.N.: Estrus and pregnancy in beef heifers following use of the Sincrosate-B treatment. Theriogenology 12(4):183-195 1979.
- 84.- Smith, D.; Ellendorff, F.: Endocrinología y Fisiología de la reproducción de los animales zootécnicos. Acribia Zaragoza España. 1972.
- 85.- Society for Theriogenology: Manual for breeding soundness examination of bulls. J. of the Soc. for Theriogenology vol.XII, feb. 1983.
- 86.- Tervit, H.R.; Rowson, L.E.A.; Brand, A.: Synchronization of oestrus in cattle using prostaglandin F_{2α} analogue (IC179939). J. Reprod. Fert. 34:179-181 1973.
- 87.- Thimonier, J.; Chupin, D.; Pelot, J.: Synchronization of oestrus in heifers and cyclic cows with progestagens and prostaglandin analogues alone or in combination. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys. 15(2):437-449 1975.
- 88.- Thomas O., O.: Control de estro en ganado cabú en el trópico utilizando la prostaglandina F_{2α} sintética IC180996. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. Zoot. U.N.A.M. México 1979.
- 89.- Thomas P., A.N.: Intensidad y duración de los signos de estro en el ganado cabú en el trópico, después de la aplicación de la prostaglandina sintética IC180996. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. Zoot. U.N.A.M. México 1979.

- 90.- Vaca, L. A. : Algunas características del ciclo estral en vacas Indobrasil. Tesis de maestría. Fac. de Med. Vet. Zoot. U.N.A.M. México 1982.
- 91.- Vaca, L. A. ; Galina, C. S. ; Fernández-Vaca, S. ; Escobar, F. J. ; Ramírez, B. : Progesterone levels and relationship with the diagnosis of corpus luteum by rectal palpation during the estrous cycle in zebu cattle. Theriogenology 20(1):67-76 1983.
- 92.- Vaccaro, L. P. de: Some aspects of the performance of purebred and crossbred dairy cattle in the tropics. Part I. Reproductive efficiency in females. Ania. Breed. Abst. 41(12):571-591 1973.
- 93.- Vries, S. de: Oestrus and time of ovulation in Friesian cattle in Kenya. East African Agric. Forest J. 40:227-231 1975.
- 94.- Wells, P. L. ; Holness, D. H. ; Freymark, R. J. ; McCabe, C. T. ; Lishman, A. W. : Fertility in the Africander cow. 2.Ovarian recovery and conception in suckled and non-suckled cows post partum. Ania. Rep. Sci. 8(4):315-326 1985.
- 95.- Wilson, A. ; Willis, M. B. : Comparative reproductive performance of Brahean and Santa Gertrudis cattle in a hot humid environment. II. Factors affecting calving interval. Ania. Prod. 18:43-48 1974.
- 96.- Williamson, N. B. ; Morris, R. S. ; Blood, D. C. ; Cannon, C. M. : A study of oestrus behaviour and oestrus detection methods in a large commercial dairy herd. I.The relative efficiency of methods of oestrus detection. Vet. Rec. 91:50-58 1972.N
- 97.- Williamson, N. B. ; Morris, R. S. ; Blood, D. C. ; Cannon, C. M. Wright, P. J. : A study of oestrus behaviour and oestrus detection methods in a large commercial dairy herd. II.Oestrous signs and behaviour patterns. Vet. Rec. 91:58-62 1972.
- 98.- Worden, N. A. ; Sellers, K. C. ; Tribe, D. E. : Salud animal, producción y pasturas. Universitaria. Buenos Aires Argentina. 1963.
- 99.- Zakari, A. Y. ; Molokwu, E. C. I. ; Osori, D. I. K. : Effects of rectal and ambient temperatures and humidity on conception rates. Theriogenology 16(3):331-336 1981.
- 100.- Zakari, A. Y. ; Molokwu, E. C. I. ; Osori, D. I. K. : Effect of season on the oestrous cycle of cows (*Bos indicus*) indigenous to northern Nigeria. Vet. Rec. 109(11):213-215 1981.