

01669



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

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

**COMPORTAMIENTO ESTRAL DE
HEMBRAS HOLSTEIN SINCRONIZADAS Y
SU INFLUENCIA SOBRE LA CONDUCTA
DE ESTRO, HACIA VACAS NO
SINCRONIZADAS**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN PRODUCCION ANIMAL
REPRODUCCION

PRESENTA :

MVZ. LUIS LOPEZ LEON

Asesor: M.V.Z Ph.D Carlos Galina Hidalgo



MEXICO, D.F.

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

*Isaac López
Otilia León*

A MIS HERMANOS:

Arturo, Silvia, Jorge, Elizabeth, Lourdes, Margarita

A MIS SOBRINOS:

Nadia, Israel, Omar, Karina, Isaac, Edith.

*A la memoria de Roberto J. López León:
Lo muy lejano, solo es
muy lejano sino
viajamos hasta allá.*

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor:
M.V.Z. Carlos Galina Hidalgo
con infinito agradecimiento y respeto

A mi jurado:
M.V.Z MSc. Arturo Olguín y Bernal
M.V.Z PhD. Carlos Galina Hidalgo
M.V.Z PhD. Francisco Galindo
M.V.Z. M.P.A. Joel Hernández Ceron
Dr. Agustín Orihuela.

Por su atención y valiosos comentarios

A los compañeros y académicos del
Departamento de Reproducción

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

CONTENIDO

I.	RESUMEN	1
II.	INTRODUCCION	2
III.	REVISION DE LITERATURA	5
IV.	HIPOTESIS	16
V.	OBJETIVOS	16
VI.	MATERIAL Y METODOS	17
VII.	ANALISIS ESTADISTICO	20
VIII.	RESULTADOS	21
IX.	DISCUSION	24
X.	CONCLUSIONES	30
XI.	LITERATURA CITADA	37
XII.	CUADROS	42

I. RESUMEN

Luis López León. Comportamiento estral de hembras Holstein sincronizadas y su influencia sobre la conducta de estro, hacia vacas no sincronizadas (Bajo la dirección del Dr. Carlos Galina H.)

Con el fin de determinar el efecto de sincronizar una, tres y cinco hembras a tres lotes de 40 vacas y evaluar el efecto de un pequeño grupo de animales sincronizados sobre la conducta sexual de vacas no sincronizadas se utilizaron 54 vacas Holstein entre 50 y 100 días posparto las cuales fueron tratadas con un implante de Syncromate B por 9 días más la inyección de GnRH en el día 2, con el fin de homogeneizar el crecimiento folicular. El mismo esquema con SMB+GnRH y una inyección adicional de PGf2 α al momento del retiro del implante se aplicó en la otra mitad de las vacas. Las vacas se fueron sincronizando ya sea una por día, 3 al día siguiente y por último 5, repitiéndose en dos ocasiones este esquema por 6 días hasta hacer un total de 18 vacas sincronizadas. Los animales fueron observados día y noche por 144 horas después del retiro del implante y se registraron las actividades sexuales como: topeteo, intentos de monta, montas lamer y oler genitales. Se observó en celo el 44% de los animales tratados con SM-B y GnRH, el 66% en los animales que recibieron PGf2 α y en el resto de las hembras el 39% mostró celo. El promedio general de la duración del estro fue 13.84 ± 4.78 , 12.27 ± 4.84 y 9.44 ± 6.60 horas respectivamente y la presentación del estro después del retiro del implante y/o aplicación de PGf2 α ocurrió a las 73.89 ± 42.5 y 51.57 ± 12.23 horas. El número promedio de montas recibidas por vaca durante su período de estro fue de 27.75 ± 17.22 , 23.52 ± 14.81 y 16.53 ± 18.39 para las vacas en estro natural, y el de montas emitidas fue de 19.41 ± 11.03 , 18.57 ± 11.33 y 15.81 ± 14.35 para vacas en estro natural, el resto de las actividades registradas no guardaron una relación entre sí. El porcentaje de respuesta a la sincronización en el esquema de 1, 3 y 5 vacas fue: 75%, 61% y 46% y la presentación del estro ocurrió a las 42.6, 60.32 y 59.48 horas respectivamente ($P > 0.05$). Se concluye que la respuesta a celo después de los tratamientos fue menor a lo esperado y, la variabilidad en la respuesta en los dos tratamientos, fue posiblemente debido al tamaño de los grupos sincronizados.

COMPORTAMIENTO ESTRAL DE HEMBRAS HOLSTEIN SINCRONIZADAS Y SU INFLUENCIA SOBRE LA CONDUCTA DE ESTRO, HACIA VACAS NO SINCRONIZADAS

II. INTRODUCCIÓN

Con la tendencia actual de constituir explotaciones lecheras, que albergaran un mayor número de vacas en confinamiento, y disminuir la cantidad de mano de obra hacia éstas, la detección de calores se presenta como una de las actividades que tienden a dificultarse cada vez más (Kondo et al., 1990; Martínez, 1995).

En México, un porcentaje importante del ganado bovino destinado a la producción de leche (*Bos taurus*) se encuentra bajo sistemas estabulados de producción (Anta et al., 1989), donde generalmente los programas reproductivos basados en la inseminación artificial centran su éxito en una detección eficiente y precisa de los signos de estro (i.e topeteo de interés sexual, olfateo de genitales, intentos de monta y monta), características que frecuentemente asumen los animales cuando se encuentran próximos a éste (Williamson et al., 1972^a; Hurnik et al., 1975; Foote, 1975; Mattoni et al., 1988; Katz y McDonald 1992).

Las repercusiones económicas que ocasionan, ya sea la no expresión o una detección inoportuna de la conducta estral ha sido enfatizada (Britt 1985), señalándose que lo anterior se traduce en la mayoría de las ocasiones en prolongación de anestros posparto, y disminución de la curva de lactación entre otros factores.

La presentación de estros no detectados (estros silenciosos) es una causa conocida dentro de los hatos lecheros señalándose que en animales que reasumen la actividad ovárica hay una prevalencia del 59% de períodos con estros de este tipo (Holman et al., 1987; Kyle et al., 1992). En un estudio realizado por Appleyard y Cook (1976), observaron que en algunos casos hasta el 90 % de vacas que se consideraban como anéstricas, se encontraban ciclando pero no fueron detectadas en estro, debido probablemente a error humano.

Los factores anteriores, repercuten en inseminaciones fuera de tiempo, resultando ser a la larga un factor significativo de ineficiencia reproductiva en hatos lecheros (Barr, 1975), como consecuencia de lo anterior, la eficacia en la detección de estros ha sido evaluada por diversos investigadores y en general sus resultados concuerdan en que en ocasiones, ésta solo ha llegado a ser eficiente en un 50 % (Williamson et al., 1972 ; Stevenson et al., 1977; Gauger et al., 1991) En México, se ha señalado que en promedio pasan desapercibidos un 44% de los estros (Zarco 1990), dejándose de inseminar un número muy alto de vacas, con la consecuente pérdida de un ciclo reproductivo (21 días) antes de volver a presentar el estro.

Dentro de las prioridades estimadas para aumentar la eficiencia reproductiva en los hatos lecheros se pueden señalar aquellas que se encuentran correlacionadas con la actividad cíclica posparto. Así, varios estudios acerca de la reactividad ovárica posparto revelan que cerca del 88% de los animales inician dicha actividad dentro de los 35 días posparto (Ball, 1983; Kyle et al., 1992), para el día 40 el 93% ya la ha asumido (Lamming et al., 1976) y para el día 50 el 95% (Bulman et al., 1978); sin embargo, solo el 33% de las vacas exhiben estro en el primer ciclo después del parto (Lamming et al., 1976) y, de estas solo el 60 % de las vacas son detectadas en estro correctamente a los 60 días posparto (Ball, 1983^a). En México, los parámetros reproductivos sitúan el intervalo promedio entre el parto y el primer estro observado en 46.6 días (Anta et al., 1989), el cual se encuentra muy cerca del considerado como óptimo (45 días estro-posparto, Heinonen., 1988; Mahaputra, 1990).

De lo anterior se puede inferir que el reinicio de la actividad ovárica posparto en los bovinos productores de leche bajo condiciones de estabulación no reviste un problema mayor. En efecto, Williamson et al., (1972) señalan que la prolongación del intervalo entre partos podría estar altamente relacionada con una deficiente detección de estros, más que por algún problema reproductivo. Así, en un estudio realizado por Barr (1975), demostró que se pierden más días por una mala detección de estros, 40.5 días, que los que eventualmente se perderían por fallas a la concepción, 14.7 días. En el mismo estudio se encontró una correlación de $r=0.38$ entre fallas en la concepción y total de días abiertos y otra entre días que se pierden debido a una deficiente detección de calores y total de días abiertos de $r=0.92$, resultando altamente significativa la detección de estros. Por esta razón, se podría deducir que existe una pérdida de ingresos, debido al excesivo reemplazo de vacas y vaquillas, a que son sometidas en ocasiones las explotaciones lecheras por considerar que los animales presentan algún problema reproductivo, resultado de la ausencia en la manifestación del estro (Lehrer et al., 1992; Roche et al., 1992).

Por otro lado debido a que muchos períodos de estro son breves (Folman et al., 1979), se requieren al menos tres períodos de observación al día para detectar un

mayor número de vacas en estro (Hurnik et al., 1975; Sawyer et al., 1986). Esto lleva a suponer que la detección de estros no es tan simple como generalmente se piensa y, aquí cabría hacer la siguiente pregunta, ¿Si en muchos hatos la mayoría de las vacas posparto empiezan a ciclar normalmente en un tiempo relativamente corto, porque los empleados del establo tienen dificultades de detectarlas en estro? Entre las condiciones que probablemente se encuentren alterando la respuesta, unas se podrían atribuir a los empleados y otras a las hembras mismas, siendo este último punto probablemente el que dificulta más la tarea de detectarlas en estro.

Existen evidencias de que uno de los factores que probablemente contribuya de manera significativa en el bajo porcentaje de estros detectados, es aquél en el cual la actividad del estro se ve modificada por el número de vacas que un momento dado se encuentren en celo. Se ha observado una conducta sexual más interactiva cuando dos o más vacas coinciden en su etapa de estro, o cuando las vacas que inician el proestro interactúan con vacas en estro. Lo anterior es ejemplificado por Smith (1986^a) en el cual, en un hato compuesto por 33 vacas solo se detectaron doce montas durante un periodo completo de estro cuando una sola vaca se encontraba en celo, y la duración de éste fue de 10 horas, registrándose 1.2 montas por hora. Esto puede ser un problema significativo tanto para hatos grandes como pequeños, debido a que en la mayor parte de las ocasiones estos se encuentran conformados por vacas en diferentes etapas reproductivas ya sea gestantes, o no han empezado a ciclar, o bien se encuentran en la fase lútea del ciclo estral lo cual dificultará la expresión de la conducta estral por parte de la vaca que en ese momento se encuentre en el proestro o estro pero no encuentra compañera con quien interactuar.

El conocimiento del mecanismo hormonal dentro de la reproducción, ha permitido establecer programas para la regulación del ciclo estral, como una estrategia en la detección de estros (Folman et al., 1990; Rosenberg et al., 1990). Por lo tanto al establecer programas reproductivos en forma general, se deberá incluir una evaluación de los procedimientos que se emplean en la detección de estros, así como el aprovechamiento del conocimiento conductual de los animales, para poder establecer mejoras en los parámetros reproductivos.

En base a lo expuesto, el presente trabajo llevó a plantear la posibilidad de que al sincronizar no menos de cinco animales, éstos apoyen la actividad sexual de algunas hembras que iban a salir en estro natural. en los días destinados para la presentación de celo en las hembras sincronizadas, luego entonces una mejor interacción (entre hembras con celo sincronizado y celo natural) podría hacer más manifiesta la conducta de celo e hipotéticamente aumentar el número de hembras con actividad sexual.

III REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 PATRONES DEL COMPORTAMIENTO SEXUAL

Dentro de la reproducción, la conducta animal ha sido parte fundamental dentro de su estrategia reproductiva, la cual les ha permitido sobrevivir y evolucionar biológicamente. Esta se ve regida por funciones básicas que son condicionadas tanto por la herencia (Sagan 1974), como por el aprendizaje (Skinner 1985., Pavlov 1993), además de los eventos fisiológicos y psicológicos los sistemas neuroéndocrino y neural poseen una íntima relación (Davidge et al., 1987., McGuire et al., 1990). Ambos procesos, permiten un preciso y sensible equilibrio entre los estímulos exógenos y endógenos, integrando sus efectos en actividades psicofisiológicas que dan como resultado la expresión de una conducta (Hurnik 1987).

Las variantes en la expresión, duración e intensidad de la conducta sexual en las vacas depende de diferentes elementos y, el pretender establecer una clasificación de lo anterior dentro de distintas categorías resulta un tanto arbitrario. La conducta no es una cualidad unitaria, como pudiera ser el peso corporal o la producción de leche sino que son eventos continuos, reflejos de un procesamiento y dependencia de elementos como son: la maduración del sistema nervioso, así como estímulos del medio ambiente (McFarland., 1989; Honore y Klopfer 1990) y psicológicos (Pollock y Hurnik 1979; Amiot y Hurnik 1987). Lo anterior nos lleva a una variedad de respuestas evidentes, que nosotros interpretamos como conducta o eventos.

La vaca como animal no estacional presenta ciclos estrales a través de todo el año, con una longitud de 18 a 24 días (promedio = 21 días). Las etapas que comprende dicho ciclo han sido revisado por varios autores (Richards 1980; Hansel y Convey 1983; Moor y Seamark 1986; Smith 1986; Driacourt 1991) y, éstos coinciden en dividirla en dos etapas: fase folicular y fase lútea; sin embargo, la mayoría de investigadores conservan la disposición original de dividirla en proestro, estro, metaestro, diestro. Dentro de los ciclos reproductivos de las vacas se pueden apreciar diversas conductas sexuales, alrededor y en el momento del estro; en hatos heterosexuales el cortejo es

iniciado por parte del macho, mientras que en hatos homosexuales las vacas en estro reciben el cortejo de parte de sus compañeras de hato.

El comportamiento sexual asociado con el estro, no tiene una presentación o terminación repentina (Esslemont et al., 1980; Amiot y Hurnik 1987; Hurnik 1987), éste tiene una aparición gradual, comenzando aproximadamente 12 horas antes del inicio del estro, caracterizándose por un incremento en la actividad motora y una disminución de la ingesta alimenticia. En esta fase preceptiva, queda circunscrito el proestro, durante el cual ocurre un rápido desarrollo de un folículo preovulatorio en cualquiera de los dos ovarios (Sirois y Fortune, 1988; Ginther et al., 1989; Roche y Boland, 1991). Bajo la influencia de las gonadotropinas el folículo preovulatorio secreta grandes cantidades de estradiol, alcanzando su concentración máxima poco antes del estro, lo cual se refleja mediante la adopción de una conducta sexual.

En hatos heterogéneos la fase preceptiva puede ser detectada por el toro de uno a dos días antes de adoptar una conducta receptiva (Orihuela et al., 1988; Mattoni et al., 1988). En grupos homosexuales el cortejo de las vacas involucra un aumento en la actividad motora (Kiddy 1977) el cual inicia con topes de interés sexual. En algunas ocasiones, la vaca que inicia la conducta de estro muestra el signo de flehmen, acercándose para lamer u olfatear el área genital. Asimismo como una conducta que precede la monta, la vaca permanece quieta al lado de otra compañera de monta y descansa la barbilla sobre la grupa de la vaca en estro, en ocasiones emite bramidos, se elevan los pelos de la cola y ésta se desvía de un lado a otro orinando con mayor frecuencia. A medida que la vaca se aproxima hacia una receptividad sexual usualmente es montada con mayor frecuencia por sus compañeras de hato, sin embargo en éste período la vaca no permanece quieta cuando se intenta montarla.

La fase receptiva corresponde a la etapa del estro, caracterizada por mantener una actividad homosexual de monta (Katz y McDonald, 1992). Conforme el estro avanza, la respuesta de inmovilidad (cuando una vaquilla o vaca permanece quieta durante la monta de otra hembra o el toro) es más perceptible, y las montas que se presentan son generalmente montas caudales, aunque eventualmente se observan montas craneales (Esslemont et al., 1980). Comúnmente la vaca que monta se encuentra en su período preovulatorio, sin embargo existen vacas dominantes que se la pasan montando la mayor parte del tiempo (Hurnik et al., 1975).

El inicio del estro ocurre con mayor frecuencia por la tarde y en algunas ocasiones por la mañana; la receptividad sexual (definido como aquel período de actividad sexual, limitada en sus extremos por cuatro o más horas de inactividad de monta (Orihuela et al., 1983)) varía ampliamente entre vacas y vaquillas, durando desde una hasta doce horas (Hurnik et al., 1975, Britt et al., 1986, Mattoni et al., 1988).

La fase posreceptiva, se caracteriza por una disminución del interés sexual de la hembra en estro, uno de los cambios más evidentes es el rehusar a permanecer quietas cuando son montadas por otras vacas. En hatos sexualmente heterogéneos el toro puede permanecer por un período de 12 horas en guardia y olfateando los genitales, mientras no exista otra vaca en celo o próximo a éste. La proximidad entre el toro y la vaca en la fase posreceptiva parece ser mantenida más por el macho que por la hembra, a medida que progresa la etapa posreceptiva la vaca evita la presión de la barbilla sobre la grupa y los intentos de monta. En hatos homosexuales las vacas permiten el olfateo de genitales, la presión de la barbilla sobre la grupa aun después de que ellas mismas cesaron la actividad. Aunque en esta etapa ya no se dejan montar por sus compañeras, ellas pueden estar montando a otras hembras receptivas o próximas a la receptividad sexual, los topes de interés sexual disminuyen en la fase posreceptiva, esta declinación depende particularmente de la presencia de otras vacas en estro que pudieran inducir dichas actividades(Hurnik 1987). La duración del estro varía entre individuos y, en promedio las vaquillas muestran una duración más larga que las vacas, esto puede ser el resultado de una mejor sincronización natural del estro en vaquilla (Esslemont et al., 1980, Coe et al., 1989, Hein y Allrich, 1992).

3.2 FACTORES SOCIALES Y AMBIENTALES EN LA MANIFESTACIÓN DE LA CONDUCTA ESTRAL

La organización social constituye las relaciones sociales entre los miembros de un grupo, estos sistemas por lo general están altamente estructurado en términos de jerarquía (dominancia). El establecimiento y mantenimiento de una jerarquía dentro de un grupo de animales, no solo está influenciada por la predisposición genética de los individuos, sino también por las experiencias que los animales obtienen de las interacciones agonísticas (conducta de amenaza, agresión, defensa, sumisión y huida entre individuos), asimismo la dominancia en las vacas al parecer está determinada por la altura, peso, presencia o ausencia de cuernos, edad, sexo y territorialidad (Kondo et al., 1990).

La situación jerárquica dentro del hato tiene un efecto importante en la manifestación y detección de estros, las vacas dominantes no permiten ser montadas por sus compañeras con un bajo rango social dentro del hato (Orihuela et al., 1983). Por otra parte se ha señalado que en vacas Holstein existe una mejor respuesta a la sincronización en vacas de mediana edad que en vacas adultas, además se menciona que en la raza Holstein las vaquillas tienden a ser más agresivas que las vacas adultas

independientemente de la etapa del ciclo estral en que se encuentren (Castellanos et al., 1992)

En estudios conducidos en ganado Cebú, la conducta de dominancia se puede apreciar con mayor regularidad y se ha señalado que casi el 60% de las montas son realizadas por vacas con una alta jerarquía dentro del hato (Orihuela et al., 1988). sin embargo, esta tendencia de dominancia es poco marcada en ganado Holstein pero se llega a presentar.

Otro factor que modifica la expresión del estro, son las variaciones estacionales a través del año. Hauser (1984), cita la influencia que existe entre la época del año y el estado nutricional de vaquillas Holstein en alcanzar la edad a la pubertad, además refiere que las vaquillas que nacen en invierno alcanzan la edad a la pubertad más tarde que aquéllas que nacen en el verano (394 vs 379 días respectivamente). Estas observaciones han conducido a una serie de experimentos sobre las consecuencias que pudiera tener la época del año y las condiciones meteorológicas sobre la conducta homosexual en los bovinos así como su asociación en los cambios que se presentan en la duración e intensidad del estro. Al igual que en el estudio de Hauser, Hurnik (1987) menciona que la intensidad conductual de los signos de estro en vacas Holstein se ve reducida al final del otoño y principios del invierno en comparación con el verano, donde las altas temperaturas tienen un efecto detrimental en la conducta sexual de dichos bovinos. Así, por ejemplo, Wolfenson et al., (1988), señalan que las vacas de ambientes cálidos tienen una corta duración del estro en comparación con vacas de climas templados. En Adición a lo anterior, Fuquay (1981) señala que los signos de estro en vacas lactantes expuestas a tensiones térmicas presentan celo de más corta duración. De la misma manera, Lamothe et al., (1991) en un estudio realizado en ganado Cebú en la temporada seca (febrero-abril) y húmeda (agosto-septiembre) en el estado de Veracruz, observaron una diferencia en la duración del proestro entre las dos temporadas (14.5 vs 5.1 hrs) húmeda y seca. sin embargo, no encontraron diferencias en la duración del estro y metaestro en las dos temporadas (10.4 vs 9.8; y 4.2 vs 4 hrs) respectivamente.

La superficie de los pisos, así como la condición en que se encuentren las instalaciones de los establos es otro factor que afecta de manera significativa la expresión, duración e intensidad de la conducta de estro. Varios estudios señalan que los pisos de concreto demasiado lisos reducen la duración del estro, cuando éstos son comparados con los de superficie de tierra (Vailles y Britt 1990; Manriquez 1995), asimismo, los techos demasiado bajos también interfieren significativamente sobre la expresión de monta. En un estudio realizado sobre el desempeño reproductivo de un hato lechero Britt et al., (1986), observaron que las vacas tuvieron mayor preferencia por una superficie de tierra más que la de concreto, para efectuar la conducta de

monta, registrándose una duración de estro en promedio en los suelos de tierra de 13.8 ± 0.6 hrs, en la superficie de concreto de 9.4 ± 0.8 hrs y las actividades de intentos de monta fueron de 40 a 119 % mayor en suelos de tierra que en suelos de concreto.

Otros investigadores también han encontrado que la mayoría de conducta de monta en vaquillas y vacas ocurren en áreas que cuentan con una mejor superficie (Pennington et al., 1985). Las vacas en estro que se caen o resbalan cuando montan, frecuentemente rehusan a continuar con la actividad de monta (Williamsom et al., 1972^a; Esslemont et al., 1976). Así Vailes y Britt (1990), señalan que la superficie tienen un efecto detrimental sobre la conducta de monta, pero no así sobre otras conductas de filiación de vacas en estro, como son los topes de interacción, olfateo y lamer de genitales.

Otro factor que también tiene injerencia sobre la inhibición o manifestación del comportamiento sexual, es la composición y tamaño del hato, lo cual repercute sobre la edad a la pubertad, sincronización natural del estro y la frecuencia de las actividades sexuales durante el celo.

Morrow et al., (1976) realizaron un estudio sobre la actividad ovárica y la conducta sexual en vaquillas prepúberes (7 meses de edad), durando éste en promedio 6 meses, observándolas 30 minutos dos veces al día. Las primeras manifestaciones de una conducta sexual la asumieron a la edad de 9.3 meses, no obstante éstas no establecieron un patrón de conducta sexual bien definido. En este estudio el 63 % de las vaquillas en estro (diagnosticadas por palpación) rehusaron a ser montadas por sus compañeras de hato, sin embargo a medida que el número de ciclos fue aumentando (7 ciclos) se observó un cambio conductual al rehusar a ser montadas, hasta en un 15%, por parte de las vaquillas en estro que anteriormente no habían permitido a su compañera a que las montaran. Cambios tan significativos en el comportamiento podrían ser indicadores de una conducta de estro consistente de patrones instintivos de acción que pueden en cierto grado ser modificados por la experiencia.

Grupos de vacas jóvenes tienden a asociarse con otras vacas en estro, formando grupos con actividad sexual. Sin embargo, esta tendencia se hace menos frecuente con la edad, una agrupación temporal de la conducta estral se presenta en animales prepúberes, que se encuentran cerca de corrales donde existen grupos de animales sexualmente maduros y especialmente si se permite un contacto físico (Brooks y Cole 1970). Existen evidencias de que este tipo de sincronización natural del estro está mediada por estímulos tanto proximales (táctiles y gustativos), como olfatorios, visuales y auditivos, pudiendo éstos afectar la actividad de mecanismos neurohormonales que controlan la conducta sexual (Adler, 1981; Zenchak et al., 1988).

Se ha demostrado que los olores pueden tener un efecto importante sobre la conducta reproductiva lo cual ha sido corroborado en una diversidad de estudios con roedores (Montgomery et al 1988) Así, Ladewing y Hart (1981) realizaron un experimento con ratas, demostrando mediante condicionamiento operante que éstas son capaces de distinguir, bajo condiciones de laboratorio, cambios en la concentración de olores en la orina de vacas en estro. Las ratas, obtuvieron un 65% de exactitud en la discriminación de olores en las diferentes etapas de, estro. Los resultados anteriores indican la presencia de olores particulares, asociados con vacas en estro. Observadores de la conducta sexual en ganado bovino, han señalado que los toros usan el olfato para determinar cuando una vaca se está aproximando al estro (Hurnik 1987; Orihuela et al., 1988). Así, Umemura et al., (1992) encontraron una relación significativa en cuanto a la actitud que asumen los toros con respecto a vacas en estro, en comparación con vacas en diestro. Blazquez et al., (1988), señalan que la mayor parte de la conducta sexual investigadora de los toros esta dirigida principalmente hacia la región perianal de las vacas en diestro o proestro. Por otro lado, Kiddy et al., (1978), realizó un estudio con perros entrenados, con el objeto de diferenciar vacas en diestro o estro por medio de sus olores corporales, provenientes de exudado vaginal, orina o leche, obteniendo un 87.3% en detecciones correctas de vacas en estro.

Es sabido que el incremento en la tasa de detección de estros, se encuentra ligado a la proporción de vacas que eventualmente se encuentren en proestro o estro, debido a que se ha observado un aumento en la actividad de monta cuando al menos tres vacas se encuentran en estro al mismo tiempo (Hurnik et al., 1975). Así, varios investigadores han señalado la tendencia de las vacas en estro a formar grupos sexualmente activos (Esslemont et al., 1980; Walton et al., 1987; Vailes et al., 1992), formándose en algunas ocasiones más de un grupo con actividad sexual, en el hato y al mismo tiempo, estos grupos homosexualmente activos tienden a permanecer intactos, ocasionalmente podrían mezclarse con otros grupos en estro y, después disociarse.

Estudios relacionados con la frecuencia óptima de revisión de signos de estro y las horas del día con mayor probabilidad de detectarlas, señalan que el comienzo en los períodos de estro parece eventualmente distribuirse alrededor de 24 hrs, encontrándose una mayor incidencia de montas con ritmos circadianos. Hurnik et al., (1975), utilizando circuito cerrado, observaron durante un período continuo de 80 días la conducta sexual en un hato de vacas Holstein, encontrando una mayor actividad nocturna en la conducta de monta. Estos resultados concuerdan con los datos obtenidos por Williamson et al., (1972^a); Orihuela et al., (1988), quienes demuestran una mayor actividad de monta durante la noche. La presencia circadiana de la conducta sexual se hace menos evidente cuando una sola vaca se encuentra en estro,

además si un animal en estro se encuentra entre animales que no lo están, su actividad de montar y la duración del estro será mínima (Esslemont et al., 1980; Helmer et al., 1985 ; Hurnik 1987).

El incremento de la actividad de monta que parece ocurrir al final de la tarde e inicio de la noche, puede estar relacionada con las actividades de manejo que se realizan en el día. Durante la noche cuando las actividades de manejo cesan, es posible que vacas en proestro o estro tengan una mejor oportunidad para expresar su conducta de monta.

El mover vacas en estro del hato para ser inseminados o recibir algún tratamiento, podría ejercer un efecto sobre la conducta de sus compañeras de hato, ya que existe la posibilidad de que en ese período comenzaran a interactuar con algunas vacas en proestro. También es posible que la rutina de ordeña y la hora de proporcionar el alimento pueden influir sobre la oportunidad de interacción de vacas en proestro o estro. Así, Fulkerson et al., (1983) solo detectaron un 50 % de estros a la hora de la ordeña. Williamson et al., (1972^a) señala que cuando el hato tiene acceso a los potreros, algunas actividades sexuales pueden ocurrir, pero conforme las vacas se van disgregando dentro del potrero para pastar esta actividad cesa , aunque los grupos sexualmente activos tienden a permanecer juntos.

Debido a la presentación circadiana de la actividad de monta, resulta ventajosa la planeación de determinadas estrategias de observación a tiempos determinados. Hurnik et al., (1975) encontraron un mayor porcentaje de estros detectados (76%) en vacas Holstein entre las 18:00 hrs. y 6:00 hrs. Resultados similares son señalados por Orihuela et al., (1983) en ganado Cebú, quienes bajo observación continua detectaron el 90.9 % entre las 24:00 hrs. y las 6:00 hrs.

3.3 VARIACIONES EN LA CONDUCTA DE ESTRO

Se ha demostrado que a medida que las vacas se aproximan al proestro buscan dentro del hato una compañera con quien interactuar, intentando montar incluso con sus compañeras que no se encuentran en estro, con el consecuente rechazo por parte de la vaca que recibe la acción en la mayoría de los casos.

Mylrea et al., (1964) señala que las vaquillas Holstein son más activas en la conducta de monta y en promedio realizan 3.3 veces más montas, con un rango de 1 a 10 montas a otras vaquillas en estro, asimismo, señalan que vaquillas que no estuvieron en estro, montaron a vaquillas en estro con menor frecuencia (1.7 veces), con un rango de 1 a 5 montas y una quinta parte de las vacas solo montó en alguna

ocasión a las vaquillas en estro. Por lo anterior, pareciera que cuando una vaquilla se aproxima o se encuentra en estro trata de estimular a otras vaquillas para que interactúen con diferente frecuencia con conducta de monta.

Orihuela et al., (1988 y 1989) sincronizaron con $PGF_2\alpha$ hembras Cebú en presencia de hembras no sincronizadas que se consideraron en proestro (diagnosticadas por palpación rectal). En estos estudios se encontró que la presentación del estro en las vacas sincronizadas y en presencia de las no sincronizadas ocurrió invariablemente entre 50 y 60 hrs después de la aplicación de $PGF_2\alpha$ y las hembras no tratadas que mostraron estro, siempre lo hicieron al mismo tiempo que las tratadas.

La formación de grupos sexualmente activos y la presencia de animales en proestro tienden a estimular la actividad de estro. Alexander et al., (1984) señalan que las vacas que no se encuentran ciclando, en presencia de vacas sincronizadas asumen conducta de estro. Así Gutiérrez (1992), indican que al sincronizar hembras Cebú con $PGF_2\alpha$ en presencia de hembras no sincronizadas en el mismo hato, éstas últimas tienden a adoptar una conducta estral, con las inducidas farmacológicamente, sin embargo, la conducta de estro que exhiben es más corta en animales no sincronizados que en los sincronizados, además, en este estudio se encontró que la mayor actividad de monta fue realizada por vaquillas en estro (74%). Resultados con respecto a la actividad sexual han sido publicados por Hurnik et al., (1975) en vacas Holstein, donde señala que el 90% de las vacas que son montadas, así como el 79% de las vacas que realizan las montas se encuentran en estro.

Algunos estudios demuestran que si la sincronización del estro ocurre en más de dos vacas, la duración global de éste se puede extender hasta 23.8 hrs en vacas Holstein, teniendo una receptividad sexual de 10.1 hrs, con un promedio de 51.4 montas. Montiel (1992), señala que en ganado Cebú la duración promedio del estro es de 10.7 ± 5.0 hrs cuando tres vacas se encuentran en estro. Las vacas Holstein que pasan su fase receptiva sin ninguna compañera en estro, usualmente disminuyen en el número de montas (11.2) y la duración de su fase sexual receptiva (7.5 hrs). Ha sido señalado el efecto de la presencia de vacas en proestro, estro o metaestro, sobre la frecuencia de la conducta sexual de monta. Al respecto existen trabajos en vaquillas, donde Helmer y Britt (1985) dividieron el ciclo estral en proestro, estro y fase lútea, en base a los perfiles de progesterona sanguínea y la exhibición de una conducta estral, donde se registro 9, 5.2 y 66.9 % de respuesta a la conducta de intentos de monta respectivamente en cada etapa; además se notó un incremento en el número de intentos de monta y montas por hora, de 10.1 a 63.5 y de 4.5 a 48.5 respectivamente, cuando simultáneamente el número de vaquillas en estro se incrementó de uno a cinco. En el mismo estudio manifiestan que cuando se traspone la actividad sexual en una vaquilla en proestro con una en estro se incrementa el número de monta por hora de

2.3 a 5. De manera Similar Hurnik et al., (1975), encuentran un incremento en el número de montas en vacas Holstein de 11.2 cuando una sola vaca se encontraba en estro a 52.6 cuando más de dos vacas manifiestan estro de manera concomitante.

3.4 DETECCIÓN DE ESTROS

La detección de estros se vuelve cada vez más crítica en la industria lechera, debido a la difusión de la inseminación artificial (IA); actualmente en la mayoría de los establos (70%) el ganado Holstein es concebido por IA Folman et al., (1990). Los signos físicos del estro, tales como secreciones vaginales copiosas y relajación de la vulva podrían ser demasiados débiles o estar ausentes.

En virtud de que cada animal posee sus propias características de conducta sexual, se estima que el 19 % de los calores no se observarán debido a la ausencia de signos de estro aún cuando la ovulación ocurra (calores silenciosos) y un 15 % son señalados como períodos de estro en ausencia de ovulación (falsos calores) (Smith 1986^a).

El observar vacas con conducta de monta ayudara en gran medida a detectar vacas en estro, pero esta tarea no se puede extender por mucho tiempo. Se han creado mecanismos comerciales de detección de estros, como son las cápsulas con tinta que se coloca en la base de la cola mediante un parche. Cuando la vaca es montada por una compañera, la cápsula se rompe y el interior se libera tornándose rojo. Los métodos de detección de monta pueden resultar valiosos si son combinados con la observación (Williamson et al., 1972^a; Foote 1975; Gwazdauskas et al., 1990).

El empleo de podómetros ha permitido registrar un incremento en la actividad motora hasta cuatro veces mayor en vacas en estro que en cualquier otro período (Kiddy 1977), sin embargo resulta costoso como una alternativa en el empleo de la detección de estros en países en vías de desarrollo.

Existen cambios físicos, dentro de los cuales se encuentran el de la resistencia eléctrica de los fluidos vaginales ya que esta decrece debido al incremento en las concentraciones de cloro en el fluido vaginal (Smith et al., 1986^a).

Tradicionalmente el toro es el mejor detector de vacas en estro. Un toro vasectomizado o un toro con desviación de pene (celador) puede ser una buena opción, más su estancia en los establos lecheros es cuestionable, por el peligro de propagar enfermedades venéreas (Lauderdale 1974; Foote 1975).

El uso de kits de progesterona pueden añadir información acerca de la presencia ó ausencia de un cuerpo lúteo funcional pero no pueden ser usados positivamente para identificar vacas en estro, como algunos productores erróneamente han pensado (Allrich 1993).

El empleo de los métodos citados, en su mayoría se desarrollaron con fines experimentales en el estudio de la conducta sexual, la aplicación por parte de los productores resulta poco práctica debido al excesivo manejo a que son sometidas las vacas y principalmente al costo de estos.

3.5 HORMONAS Y CONDUCTA

El estudio endocrino sobre la conducta sexual nos puede aportar algunas estrategias reproductivas, si tomamos en cuenta que por lo general la conducta sexual y el sistema endocrino presenta una interacción continúa.

La relación temporal entre la secreción de hormonas, esenciales para el desarrollo folicular, ovulación y una conducta sexual, son trascendentales para el éxito de la reproducción (Baird 1992). Mientras que se puede tener la certeza en la identificación de las relaciones causales directas entre las hormonas y muchos aspectos de la fisiología reproductiva, las hormonas no necesariamente son causales del comportamiento, ya que se puede considerar que muchos animales expresan una conducta sexual en ausencia de esteroides. Una de las singularidades más importantes de la base hormonal en la conducta sexual es el hecho de que las hormonas tienen un papel permisivo. Esto es, un animal requiere ciertos niveles de hormonas para expresar una conducta sexual normal, niveles mayores a los requeridos no exacerban la libido o receptividad. Un ejemplo de ello se puede ver en el trabajo de Thomas y Dobson (1989), quienes seleccionaron vacas gestantes con presentación de estro, en varios establos lecheros, observando una presentación de 43 períodos de estro en 35 vacas que tenían de 121 a 140 días de gestación. En este estudio, en un hato el 5.7% de las vacas gestantes asumen conducta de estro, aunque de corta duración (5.6 hrs) su intensidad fue comparable al del verdadero estro. Así, en el 77% de las ocasiones cuando una vaca gestante manifiesta conducta de estro, una o más vacas no gestantes estuvieron simultáneamente en estro con ella, además de la presencia de cinco vacas adicionales en el grupo sexualmente activo. De las vacas en este grupo, 46 % se encontraban en verdadero estro 15 % se encontraban en proestro y el 34 % eran vacas que se encontraban en el último tercio de la gestación. En el estudio anterior no hubo

evidencias de un incremento en cuanto a las concentraciones de estradiol en vacas gestantes y las concentraciones altas de progesterona se mantuvieron.

Ciertamente, Gutiérrez (1992) demostró que hembras en anestro son aparentemente inducidas a manifestar estro conductual en presencia de un grupo sincronizado de vaquillas. Por otro lado, Aragón (1993) observó que vacas Holstein no sincronizadas realizan montas en un número mayor que vacas sincronizadas, lo cual pudiera suponer que estas vacas montan sin ser receptivas, pudiendo confundirse con animales en celo.

Estas observaciones son consistentes con previos ensayos donde vaquillas ovariectomizadas, fueron inducidas mediante un implante de Norgestomet (SM-B) y Estradiol a manifestar una conducta de estro (McGuire et al., 1990). Por otro lado Escobedo et al., (1989) señalan que la inducción de estro en vaquillas prepúberes con SM-B se produce sin ovulación.

Con el fin de facilitar la detección de estros en ganado durante el período posparto, se han utilizado dos métodos para la manipulación del ciclo estral, el primero es: el de la utilización de sustancias luteolíticas capaces de acortar la vida del cuerpo lúteo; tales como la $PGF_2\alpha$ (Rosenberg et al., 1990; García Winder et al., 1991; Larson y Ball, 1992) o sus análogos sintéticos, logrando así la sincronización de estros lo cual ocurrirá a los cinco días posterior a su aplicación (Porrás y Galina, 1991). El segundo método consiste en la administración de Progestágenos, los cuales suprimen el estro y la ovulación al inhibir la liberación del factor liberador de Gonadotropinas (GnRH), con el consecuente bloqueo de la hormona Luteinizante (LH). Con base en lo anterior el estro se presenta en promedio entre las 48y 72 hrs después del retiro de la fuente de progesterona, ambos métodos por si solos ofrecen un alto porcentaje de sincronización (Porrás y Galina, 1992).

Asimismo, al utilizar progestágenos por un tiempo prolongado (19 a 21 días) origina que el folículo dominante envejezca y disminuya su calidad (Roche y Boland, 1991). Varios autores han sugerido el tratamiento con progestágenos por un corto período de tiempo (9 días) (Munroe et al., 1985; Gyawu et al., 1991; Wenzel et al., 1991) y la aplicación de un agente luteolítico al inicio del tratamiento, lo cual ofrece un buen grado de sincronización y de fertilidad, en este caso, el estrógeno como agente luteolítico reduce la secreción de progesterona por el cuerpo lúteo, y el efecto toma de 2 a 7 días después del tratamiento dependiendo del estadio del ciclo estral en que se aplique (Larson et al., 1992).

Entre los progestágenos sintéticos más utilizados se encuentra el Norgestomet, el cual se coloca subcutáneamente en la base de la oreja y se remueve a los 9 días

(Anderson et al., 1982). Este tratamiento se ha utilizado para la inducción de estros en hembras durante la fase de anestro, ya que al retirar dicho fármaco favorece la liberación de gonadotropinas y se ha observado que en algunos casos llega a inducir actividad ovárica en hembras anéstricas sobre todo en ganado productor de carne (Porras y Galina, 1992).

En general al comparar resultados obtenidos mediante tratamientos con prostaglandinas y/o progestágenos, se observa una tendencia a mejorar parámetros, como de presentación de celo y fertilidad, con programas de sincronización, en favor del uso de fármacos que contienen progesterona (Orihuela et al., 1989). Lucy et al., (1992) proponen que aplicando GnRH al momento de iniciar el tratamiento con progesterona se puede provocar la ovulación o la luteinización del folículo dominante, permitiendo el desarrollo de una nueva oleada folicular de la cual saldrá un nuevo folículo. Teóricamente, al remover el implante 7 días después de aplicar el GnRH, existirá una nueva población folicular de la cual saldrá seleccionado el folículo que será ovulado, reflejándose en una mejor respuesta a la sincronización.

IV. HIPÓTESIS A PROBAR

Un número reducido de vacas Holstein sincronizadas con un progestágeno o en combinación con $PGF_2\alpha$ en hatos lecheros, incrementa el número de animales no sincronizados y ciclando a manifestar estro concomitantemente con éstas.

V. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a). Determinar el momento de manifestación de celo después del retiro de un progestágeno cuando una, tres o cinco vacas son sincronizadas en hatos con 40 hembras posparto.
- b). Determinar la proporción de animales no sincronizados que manifiestan estro en presencia de las hembras sincronizadas, así como la duración del estro.
- c). Determinar el porcentaje de manifestación de estros en hembras sincronizadas y no sincronizadas.

VI. MATERIAL Y MÉTODOS

Este trabajo se llevó a cabo en una explotación comercial con una población de más de 900 vacas Holstein, ubicado en el municipio de Tequisquiác, Estado de México. Esta finca se encuentra entre las coordenadas 54° 30' latitud norte, 99° 09' latitud oeste, a una altitud de aproximadamente 2000 m.s.n.m., cuenta con un clima [cw] templado húmedo con lluvias en verano y una temperatura media anual de 12° - 18° c en zona templada y una precipitación anual de 400-800 mm (García 1979).

6.1 ANIMALES.

Se seleccionaron 54 Vacas Holstein entre 50 y 100 días posparto en producción (con uno a cinco partos como promedio). Las vacas fueron examinadas por palpación rectal, cinco días antes de la colocación de los implantes subcutáneos de Norgestomet (SM-B; SANOFI México), con el fin de determinar el estado reproductivo de los animales y en particular de detectar la presencia de un cuerpo lúteo (Cl). La precisión en la identificación de un cuerpo lúteo se confirmó por medio de niveles de progesterona en sangre, mediante radioinmunoanálisis (Pulido, 1989). La actividad ovárica fue confirmada mediante ultrasonografía dos días después de la colocación del implante y al momento del retiro del implante.

6.2 SINCRONIZACIÓN DE ESTROS

Tratamiento 1.

A 27 vacas se les aplicó un implante subcutáneo de Norgestomet (SANOFI México). El implante fue colocado sobre el tercio medio de la superficie externa de la oreja y fue removido nueve días después de su inserción. Al día dos posterior a la colocación del implante se aplicó la hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH) Gonadorelin (Fertagil 0.5 mg Intervet México) a cada vaca con el fin de lograr un establecimiento del crecimiento folicular (Drost y Thatcher 1992).

Tratamiento 2.

A las 27 vacas restantes del experimento se les aplicó el tratamiento anterior, más la aplicación de 25 mg de una prostaglandina sintética de cloprostenol (Celosil 500 mg Cibageigy México) intramuscularmente el día del retiro del implante, con el fin de lisar un cuerpo lúteo persistente al retiro del implante.

6.3 DISTRIBUCIÓN DE LOS ANIMALES

Se sincronizaron diariamente 9 vacas por un período de 6 días distribuidos en tres corrales, cada corral quedó conformado por 18 vacas sincronizadas, más 22 vacas no sincronizadas, totalizando 40 vacas por corral.

Cuadro 1. Distribución de los animales en el esquema de 1, 3 y 5 vacas sincronizadas, por día, tratamiento y corral.

<u>Día de la sincronización</u>	<u>Corral</u>	<u>Corral</u>	<u>Corral</u>
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>
<u>1</u>	* <u>1</u>	<u>5</u>	* <u>3</u>
<u>2</u>	* <u>3</u>	* <u>1</u>	* <u>5</u>
<u>3</u>	* <u>5</u>	* <u>3</u>	* <u>1</u>
<u>4</u>	<u>1</u>	<u>5</u>	<u>3</u>
<u>5</u>	<u>3</u>	<u>1</u>	<u>5</u>
<u>6</u>	<u>5</u>	<u>3</u>	<u>1</u>
<u>total</u>	<u>18</u>	<u>18</u>	<u>18</u>

Dentro de los cuadros se puede observar el número de animales sincronizados por día, por corral y tratamiento. Los números marcados con un asterisco (*) representan a las vacas que recibieron el tratamiento 1, y las restantes corresponden al tratamiento 2. La designación del diseño se basó, en que previamente se realizó un estudio para determinar el intervalo, entre las vacas que se deberían sincronizar. La rotación en

cuanto al número de animales sincronizados por 6 días, se hizo con el fin de que todos los grupos recibieran el mismo tratamiento.

6.4 OBSERVACIÓN Y TOMA DE DATOS

6.4.1 Procedimiento para obtener y capturar los patrones conductuales.

Los implantes se retiraron a partir del noveno día de su aplicación, a las doce horas cada día. Los animales fueron observados a partir de las 48 hrs posterior al retiro del implante. La técnica del muestreo conductual consistió en registrar el día, hora y minuto de la observación, así como la conducta sexual tanto de la vaca activa (la que emite la conducta), como de la pasiva (la que recibe la acción), los cuales fueron identificados por números colocados en los costados. El registro de las actividades fue en forma continua por un período de 144 hrs, por estudiantes de la Facultad de Medicina Veterinaria Y Zootecnia, cada equipo de observación estuvo integrado por dos alumnos por corral, relevándose cada cuatro horas por otro equipo. Las conductas a registrar de los animales no sincronizados y sincronizados con manifestación de conducta estral fueron:

- a) **Monta:** la actitud de la vaca emisora de colocar ambos miembros anteriores abrazando la grupa de la vaca receptiva
- b) **Intento de monta:** cuando la vaca emisora levanta ambos miembros anteriores, en un intento de subir sobre la vaca receptora y ésta evita la acción.
- c) **Oler y Lamer:** se toma como la actitud de las vacas de olfatear la región perianal de su compañera
- d) **Topes de interacción:** El choque entre si de las cabezas, o de la cabeza con otra parte del cuerpo entre dos o más vacas, sin resultar agresivo.
- e) **Grupo sexual:** es aquel que se conforma por más de una vaca, ya sea en estro natural o sincronizado.

La longitud del período de estro fue determinada acorde a los procesos descritos por Galina et al., (1982) con la siguiente modificación. Cuando un animal presenta al menos tres actividad de monta, tanto pasiva como activa, en un intervalo donde no transcurran más de cuatro horas entre cada monta.

El estro se categorizó en dos formas para facilitar la interpretación de los resultados:

- 1) Estro esperado: la manifestación de estro de los animales sincronizados ocurre dentro de un período no mayor de 60 horas posterior al retiro del implante.
- 2) Estro no esperado: los animales sincronizados manifiestan estro, antes de las 48 hrs o después de las 60 hrs posterior al retiro del implante de Norgestomet.

VII ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó el paquete estadístico Microstat I.

Para evaluar la presentación del estro en base a los esquemas de sincronización se utilizó un análisis de varianza, bajo el modelo siguiente

$$y_{ij} = \mu + T_j + E_{ij}$$

Donde

y_{ij} = Respuesta

μ = Media

T_j = Efecto del tratamiento

E_{ij} = Componente residual

Para el análisis en lo referente a la comparación de medias de los tratamientos hormonales, se efectuó una prueba de comparaciones pareadas mediante la prueba T de Student.

La comparación de las conductas sexuales, se realizaron mediante estadística no Paramétrica, utilizando la prueba de Kruskal Wallis.

La prueba de Ji-cuadrada se utilizó para el análisis de la frecuencia, en la formación de grupos sexuales (Leach 1980).

VIII. RESULTADOS

El cuadro 2 resume el porcentaje de respuesta y la hora de presentación del estro en los tres esquemas de sincronización (1, 3 y 5). Se puede apreciar que el menor porcentaje de respuesta a la sincronización ocurrió en el esquema de 5 vacas (46%) con respecto a una (75%) y tres (61%) sin embargo la diferencia no resultó significativa ($P>0.05$). Por otra parte el intervalo en la presentación del estro resultó ser más corto en el esquema de una vaca sincronizada (42.60 h), con respecto a 3 (60 h) y con 5 (59 h) sin embargo tampoco esta diferencia numérica resultó significativa ($P>0.05$).

El promedio de hora en la presentación del estro, así como el porcentaje de vacas que respondieron a la sincronización con SMB+GnRH o SMB+GnRH+PGf₂α se presenta en el cuadro 3, el cual a pesar de haber sido mayor para los animales que no recibieron el tratamiento adicional de prostaglandinas (73.89 h) comparada con aquellas que si lo recibieron (51.57) no fue significativo ($P>0.05$). Con lo que respecta al porcentaje de animales que manifestaron estro, no se encontraron diferencias entre las vacas que recibieron la dosis de PGf₂α, comparada con las que no la recibieron ($P>0.05$).

La respuesta en la presentación del estro en vacas tratadas hormonalmente (SM-B + una aplicación de GnRH) y vacas con el mismo tipo de sincronización, más una dosis de prostaglandinas (indicadas con un asterisco *) y, situadas en el esquema de sincronización de 1, 3 ó 5 vacas por corral, se presenta en los cuadros 4, 5 y 6, correspondientes a los corrales 1, 2 y 3 respectivamente.

Existió una enorme variación en los rangos de presentación del estro; mientras que el valor mínimo (31.22h) en la presentación del estro se registro en la vaca 547 (corral 2), la cual recibió el tratamiento con prostaglandinas, el valor máximo (165.08 h) lo presento la vaca 1099 del mismo corral, la cual recibió el SM-B y la inyección de GnRH únicamente. En los corrales 2 y 3 por causas ajenas al diseño del experimento ocurrió un cambio en la distribución de los animales sincronizados, quedando de la manera siguiente: en el corral 2, en el esquema de una sola vaca sincronizada (1099 y 560 son las vacas en el esquema original de sincronización) se introdujeron 2 vacas del corral 3 (310 y 366), las cuales fueron sincronizadas en diferente día (ver cuadro 3 y 4).

En la figura 1, 2 y 3 se esquematiza el día y hora de presentación del estro, de las vacas sincronizadas que respondieron al tratamiento, la esquematización de las áreas sombreadas por nueve días incluye el período de exposición al progestágeno (ver la leyenda al pie de la pagina). Como podrá observarse en la figura 1 (corral 1) la vaca

594 del esquema de 5, manifestó estro fuera del periodo en que se esperaba, interactuando con las vacas 627 y 1123 (estas ultimas correspondientes al periodo de estro esperado, las cuales pertenecieron al esquema de tres vacas sincronizadas). Este tipo de interacción se presentó con relativa frecuencia (vacas 1206, 1220, 959 fig. 1). En la figura 2 (corral 2) se puede ver que la formación de grupos con actividad sexual simultánea correspondieron a las vacas 25 y 1020 del esquema de 3 vacas y la 310 del esquema de 1, así como las vacas 554 y la 366. En este corral se presento el mayor número de vacas interactivas presentándose 3 fuera de su periodo esperado (1056, 105, 560) y dos en el estro esperado (547 y 783). En la figura 3 (corral 3) se puede apreciar una pobre respuesta a la sincronización, en este corral no se traslaparon vacas con actividad sexual.

En las figura 4, 5 y 6 correspondientes a los corrales 1, 2 y 3 se esquematiza la formación de los grupos sexuales así, como el día y la hora de presentación del estro. La presentación del estro, a pesar de haberse programado para mostrarse de manera escalonada, en la mayoría de los casos se agrupo. El tamaño de los grupos sexuales que llegaron a formarse, en un momento dado fue desde una sola vaca en estro (observándose en 12 ocasiones, ver cuadro 7), hasta seis vacas al mismo tiempo (una sola ocasión). La mayor parte de la formación de los grupos sexuales fluctuó entre 2 y 5 vacas. Se puede apreciar que la integración de los grupos sexuales se presentaron en cadena, esto es, cuando un grupo cesaba al menos una vaca continuaba activa, llegando a formar otro grupo sexualmente activo (Vacas 141, 1049, 423, 388 corral 1 fig. 1; 624, 641, 530 corral 2 fig. 2; 554 corral 3 fig. 3). Durante el periodo de observación 4 vacas no sincronizadas (694, 767, 1029 y 995) y una vaca sincronizada (498) presentaron dos periodos de estro dividido.

En el cuadro 7 se resume el número de repeticiones y duración promedio del estro en la formación de los grupos sexuales. Se puede apreciar que en la mayoría de las ocasiones éstos quedaron conformados entre dos y tres vacas. Por otra parte la duración promedio del estro no fue significativa ($P > 0.05$).

En el cuadro 8 se puede apreciar la proporción de vacas en estro, de las 12 ocasiones que estuvieron vacas solas en estro el 66% correspondió a vacas sincronizadas y el 33% a vacas no sincronizadas, a pesar de que se aprecia una diferencia en cuanto a la proporción de vacas sincronizadas y no sincronizadas esta no fue significativa ($P > 0.05$).

En la figura 7 se resume la respuesta a celo en las tres categorías de estro esperado entre 48 y 60 h, estro no esperado entre 31 - 47 h, y 61 - 165 h. A pesar de que la respuesta se presenta de una manera homogénea entre la hora 31 y 37 en los tres esquemas de sincronización el porcentaje de respuesta fue de 29%, conciderándose bajo. En la hora 48 a 60 la respuesta fue igual para el esquema de 3 y

5 vacas con un 48%. Después de la hora 61, las vacas que presentaron estro tuvieron rangos de presentación más dispersos. En el esquema de cinco vacas ocurrió la mayor presentación (más del 48%) y en el esquema de 1 vaca la menor (10%).

La presentación del estro esperado y no esperado con los dos tratamientos sincronizadores se resume en el cuadro 9 (a, b) donde la proporción de vacas en estro, de acuerdo a los criterios de esperado y no esperado no resultó significativo ($P>0.05$).

El porcentaje de vacas que presentaron estro natural a través del período de observación (7 días) comparados con los porcentajes de vacas en estro sincronizado no fue significativo ($p>0.05$), cuadro 10.

En los cuadros 11 y 12 se presentan los resultados generales de las actividades sexuales, las conductas activas de las vacas inducidas no presentan diferencias con respecto a la de los tratamientos hormonales y las vacas en estro natural. Asimismo las conductas pasivas tampoco resultaron significativas ($P>0.05$), entre los dos tratamientos y las vacas en estro natural. Del total de actividades registradas como oler, lamer y topes de interacción la conducta de lamer fue la de menor presentación.

El cuadro 13 resume la duración del estro con los dos tipos de tratamiento y vacas en estro natural y en los cuales tampoco se registraron diferencias ($P>0.05$).

IX. DISCUSIÓN

La sobrevivencia y el éxito reproductivo de los hatos lecheros depende en parte del conocimiento que se tenga sobre los factores que puedan alterar el comportamiento animal y, así poder implementar estrategias que puedan hacer más eficiente el manejo reproductivo. La sincronización del ciclo estral se presenta como una de las alternativas viables dentro de la detección rutinaria de animales en estro, siendo su propósito el poder controlar el celo en un gran número de animales y por lo consecuente el momento de la ovulación, sin embargo hasta el momento esta práctica sigue presentando cierta variabilidad.

En el presente trabajo los resultados obtenidos con respecto a la hora de presentación del estro en las vacas sincronizadas, muestran rangos extremos con respecto a la hora de inicio de dicha actividad; por otra parte, se puede apreciar que las vacas que recibieron el SMB+GnRH+PGf_{2α} presentan el valor mínimo (31.22 h) y las vacas que fueron asignadas al tratamiento sin prostaglandinas muestran el valor máximo (165 h). Sin embargo la manifestación promedio del estro en los dos tratamientos (51.57 h SMB+GnRH+ PGf_{2α} y 73.89 h SMB+GnRH), coincide con lo señalado en otros trabajos que refieren que la manifestación del estro ocurre entre 40 y 96 horas cuando las vacas reciben una dosis de Prostaglandinas (25 mg) y, 40 a 144 h en esquemas de doble sincronización (11 días de diferencia entre cada aplicación Rosenberg et al., 1990). por otra parte en los tratamientos donde se han combinado una serie de hormonas con Sincromate-B, la presentación del estro ocurre entre las 48 - 96 h (Horta et al., 1993).

En el presente estudio la proporción de animales que presentaron estro con los dos tratamientos no resultó significativa, situándose el promedio muy por debajo de lo encontrado por Archbald et al., (1994) quienes utilizando Sincromate-B, combinado con prostaglandinas o simplemente con estradiol, encontraron que más del 88 % de los animales inducidos responden al tratamiento. Sin embargo, cabe señalar que a pesar de presentar una baja respuesta, el porcentaje de vacas en estro en los animales que recibieron la dosis de prostaglandinas se encuentra por arriba de lo señalado por Smith (1986^a) quienes inclusive al aplicar el sistema de doble sincronización sólo lograron un 45 % de respuesta de los animales sincronizados.

Al evaluar el porcentaje de vacas que muestran estro con los tratamientos de progesterona, diversos autores coinciden en señalar que la respuesta en general ocurre entre el 68 y 80 % de los animales tratados, (Tjondronegoro et al., 1987;

Tegegne et al., 1989). Así, Anderson et al., (1982) al evaluar el efecto del SM-B con y sin la adición del valerato de estradiol, no encontró diferencias significativas en el porcentaje de animales que presentan estro. En el mismo estudio evaluaron el efecto del GnRH (aplicándolo 40 h pos-retiro del implante), en combinación con SM-B sobre la sincronización, presentándose únicamente en el 75 % de los animales tratados. Los resultados anteriores también resultan superiores a los encontrados en este estudio.

En el presente trabajo la baja respuesta a la sincronización, probablemente fue debida a que no fue posible establecer el día del ciclo estral en que se encontraban las vacas al momento del tratamiento, ya que es sabido que el periodo del ciclo estral en que se inicia el tratamiento con progestágenos o prostaglandinas se encuentra correlacionada con la presentación del estro (Odde 1990; Logue et al., 1991). Otra posibilidad es la falta de compañera de monta, ya que se ha demostrado que si un animal en estro se encuentra entre animales que no lo están, su actividad sexual será mínima o no se expresará; de ahí la importancia de aumentar el número de animales en calor para que se lleve a cabo la máxima actividad de monta entre animales en estro (Eslemont y Bryant al., 1976; Helmer et al., 1985; Hurnik 1987).

Thatcher et al., (1989) han propuesto esquemas de sincronización basados en el control del crecimiento folicular. Mediante este principio, el interés en este estudio estribaba en poder estabilizar el crecimiento folicular mediante la aplicación de GnRH en el día dos posterior a la colocación de los implantes. Drost y Thatcher (1992) han demostrado el efecto del GnRH sobre el folículo dominante durante el diestro, al aplicarlo bajo el régimen anteriormente descrito se pretende eliminar el folículo dominante, obviamente, al ser eliminado este un nuevo folículo se reclutará de acuerdo al sistema propuesto por Savio et al., (1993). Este nuevo folículo teóricamente tardará 7 días en desarrollarse, justo el mismo tiempo en que se retiraría el implante, luego entonces facilitando la homogeneidad del tamaño del folículo ovulatorio. Al mismo tiempo al aplicar la PGf_{2α} se eliminaría la funcionalidad de un cuerpo lúteo y, adicionalmente al retirar el implante de SM-B el hipotálamo se liberaría del efecto de retroalimentación negativo de la progesterona, permitiendo la acción de las gonadotropinas, ocasionando la liberación del folículo dominante que se encuentre en ese momento (Hansel 1983; Thatcher et al., 1989).

Al parecer la baja respuesta pareciera indicar que solo un bajo porcentaje de los animales se encontraban ciclando al momento de retirar los implantes, sin embargo aproximadamente el 50 % de los animales se encontraban con cuerpos lúteos y folículos y aproximadamente el 40 % únicamente presentaba folículos al momento del implante. Lo anterior pareciera indicarnos que de alguna manera el crecimiento folicular se pudo estabilizar casi en la mitad de la población de vacas sincronizadas, sin embargo la compactación de los estros probablemente no se presentó por influencias

del día en que los animales se sincronizaron. Lo anteriormente expresado se encuentra apoyado por los resultados de Watts et al (1985), quienes al sincronizar un grupo de vacas, en las que previamente se dividió la etapa del diestro en el inicio, mitad y final de éste, obtuvieron una diferencia de más del 40 % entre cada una de las etapas. Sin embargo, las diferencias en la hora de presentación del estro se sitúa entre 13 h entre el rango menor y mayor con lo que respecta a la presentación del estro. Obviamente el presente experimento no nos permite comparar la situación fisiológica de los animales antes de los tratamientos empleados, por lo que es necesario que se hagan otros experimentos con el fin de contestar la pregunta de si la pobre respuesta a celo e identificación de éstos fueron producto del estado fisiológico del animal o de alguna otra causa hasta ahora no identificada.

La mayor parte de la información acerca del estudio de la conducta animal inducida tanto por medios hormonales, como por la manipulación del entorno social, surgen de los trabajos clásicos del retiro y reemplazamiento de glándulas endocrinas, así como de los trabajos del efecto bioestimulador, llevados a cabo en su mayoría en ovinos y cerdos (Blazquez et al., 1988; Umemura et al., 1992). En estudios realizados por Price et al., (1991) y Wheaton et al., (1992), han demostrado que los machos ejercen un efecto, sobre el comportamiento sexual en borregas acíclicas cuando se encuentran en el mismo corral, este efecto de tipo bioestimulador se traduce en ovulaciones de más del 95 % de borregas anéstricas al cabo de un mes. Sin embargo, la existencia de pocos trabajos, donde se señala el uso de la sincronización en pequeños grupos de manera escalonada por varios días, sin la presencia del macho, y su efecto sobre la conducta estral de animales no sincronizados limita las comparaciones. Uno de los objetivos que se persiguieron al sincronizar vacas por seis días y en diferente número (1, 3 y 5) cada día, fue el tratar de observar el comportamiento de las vacas ciclando que no recibieron tratamiento con respecto al tamaño del grupo sincronizado que manifestó estro. La tendencia en la presentación del estro en los esquemas de sincronización propuestos favoreció cuando se indujo una sola vaca (75 %) que cuando se agruparon para ser sincronizadas 3 (61%) ó 5 (45%), los resultados anteriores parecieran indicar que el esquema de sincronización resulto mejor cuando se sincronizó una sola vaca comparado con las otras agrupaciones (3 ó 5), sin embargo el hecho de sincronizar una sola vaca y que esta responda o no a la sincronización comprende una respuesta de si ó no y, al sincronizar grupos de tres o cinco vacas se presenta un rango mayor de posibilidades entre 0 -100%. Es por lo anterior que los resultados en una sola vaca presentan un sesgo al compararlos con los otros grupos sincronizados, más no es indicativo de que resulte mejor la sincronización de una sola vaca. Al sincronizar las vacas de la manera anterior, se pretendió observar que tan compacta podría ser la manifestación del estro en los grupos sincronizados y, observar si la aparición del estro ocurría de manera escalonada como lo encontrado por Montiel (1992) en ganado Cebú, quien al implantar con SM-B una vaca diariamente, observó

que las vacas al parecer reprimen la manifestación del estro hasta encontrar otra vaca en estro con quien interactuar y así, vacas sincronizadas con un día de diferencia manifiestan estro concomitante. Recientemente Lamothe et al., (1995) al observar la conducta de un grupo de vacas Cebú por un lapso de 42 días en dos temporadas del año (fría y cálida) encontraron que menos del 10 % de las vacas manifiestan conducta de celo de manera individual, en contraste la presentación de dos o más vacas en estro concomitante tuvo una presentación en el 90% de los casos. La probabilidad de observar una sola vaca en estro presenta la misma tendencia señalada por Lamothe et al., (1995), encontrando que menos del 15 % de las actividades sexuales son realizadas por una sola vaca en estro.

El clasificar la presentación del estro en esperado (48-60 h) y no esperado (31-47 y 61-80 h) no es una práctica común que sea mencionado por los investigadores y, por lo general se señala la manifestación del estro dentro de un periodo de 5 días, posterior al término del tratamiento sincronizador (Figuerola et al., 1988). El haber clasificado a las vacas en el esquema antes mencionado nos permitió observar a vacas en estro en los tres periodos, lo cual hace suponer que las vacas que inician su actividad sexual en un tiempo relativamente corto (31-47 h), encontraron rápidamente una compañera con quien interactuar y, las vacas que mostraron estro en un tiempo relativamente mayor pareciera que esperan a una compañera en estro con quien interactuar. De los datos anteriores, no es posible determinar los mecanismos por los cuales la respuesta a los tratamientos hormonales presentan rangos tan variables en la sincronización estral; sin embargo, con ello se pretende establecer la posibilidad de la bioestimulación así como el apoyo sexual con respecto al resto del hato, como ha sido propuesto por Gutiérrez (1993). Con lo que respecta a la formación de los grupos con actividad sexual, a lo largo del trabajo experimental se observó la integración y disgregación de dichos grupos, llegándose a notar hasta más de 6 vacas en estro concomitante. Está demostrado en los trabajos de Hunik et al (1975) en ganado Holstein y por Orihuela et al., (1983) en ganado Cebú la tendencia de la agrupación de vacas en celo, señalando además que hay una mayor acentuación de la vacas con actividad sexual, cuando más de dos se encuentran en estro al mismo tiempo. El primer autor señala un incremento promedio en la actividad de monta desde 11.2 cuando una sola vaca se encontró en estro, hasta 52.6 montas cuando dos vacas Holstein coinciden en celo, en tanto Orihuela et al., (1989), encontraron que al colocar vacas sincronizadas (prostaglandinas $f_{2\alpha}$) en presencia de animales no sincronizados, éstos últimos tendieron a mostrar estro conductual solo cuando un grupo sexual se encontraba activo, sin embargo esta conducta no se presenta en todos los grupos de vacas, ya que al parecer se encuentra correlacionada con el tamaño del hato (Lamothe et al., 1995). Por otra parte no mencionan la duración de la actividad sexual en estos grupos cuando quedan integrados por diferente número de vacas en estro, en sí el promedio de duración de éste se encuentra dentro de los rangos estipulados que van desde 3 a 28

h. Probablemente el tipo de superficie (cemento) bajo la cual se llevó a cabo el experimento halla influido sobre la duración del estro. La importancia de la superficie de los pisos ha sido señalada como un factor en el comportamiento estral, así como en la duración de éste (Pennigton 1985. Britt et al., 1986). Otros autores, señalan que las vacas muestran una preferencia hacia el tipo de superficie para efectuar sus actividades sexuales, encontrando hasta 15 veces más actividades de monta en pisos de tierra comparados con los de cemento. Por otra parte Manriquez (1995), estudió la influencia que tiene la superficie sobre las actividades sexuales de animales en estro, al sincronizar un grupo de vacas Holstein en presencia de vacas no sincronizadas. La evaluación se llevó a cabo sobre pisos de cemento y de tierra, ocurriendo la mejor expresión de las conductas sexuales (montas) en el piso de tierra.

La relación de vacas sincronizadas y no sincronizadas en la integración de los grupos sexuales, correspondió aproximadamente con la mitad de cada categoría, es pertinente señalar, que no es una práctica común cuantificar la proporción de animales sincronizados y no sincronizados que interactúan sexualmente. Al manejar la posibilidad de producir un efecto bioestimulador, con el esquema planteado, encontramos que aunque existe una diferencia numérica esta no resulta significativa, sin embargo, lo anterior se debió probablemente a el número reducido de animales sincronizados que se utilizaron. por lo que serán necesarios mayor número de experimentos para concluir sobre este importante tema.

Los mecanismos neuroendocrinos que controlan el comienzo y la duración del estro así como la intensidad de sus actividades aún no está bien establecido. En el período periovulatorio las concentraciones de progesterona son bajas durante el pico de 17- β estradiol (Taylor y Rajamahendran 1994). La conducta de estro es iniciada cerca del momento del pico de 17- β estradiol que coincide con el pico preovulatorio de LH (Findlay 1994), observándose que las características del estro no se manifiestan en base a una relación lineal de dosis respuesta con las concentraciones de estradiol (Coe y Allrich 1989). Por otra parte Jezierski (1993), señala que la conducta olfatoria se puede ver afectada por los tratamientos hormonales superovulatorios. Con lo que respecta a las conductas sexuales entre las vacas inducidas farmacológicamente y las vacas en estro natural, no hubo diferencia en cuanto a la duración y el número de conductas sexuales tanto pasivas como activas. Esslemont y Bryant (1976) dirigieron un estudio en un hato lechero (usando observación continua) y, fueron capaces de comparar la duración del estro de las vaquillas de primer parto y de vacas adultas. El promedio en la duración del estro en 11 vaquillas de primer parto fue de 14.6 ± 5.5 h, y la duración del estro en 22 vacas adultas fue de 15.1 ± 4.4 h, señalando que no hay diferencia entre estos grupos. Los resultados de manera global encontrados en este trabajo, con respecto a la duración del celo se encuentran por debajo de la duración

promedio señalada, posiblemente como ha sido señalado anteriormente por el tipo de superficie donde se desarrolla la explotación.

Algunos investigadores, señalan en el ganado la presencia de un estro dividido (Galina et al; 1982). Esta condición está caracterizada por la presencia de un período no receptivo durante varias horas. Es poco probable que esta condición sea común entre el ganado, porque se ha mencionado rara vez en la literatura, sin embargo es una conducta que se presentó en este experimento, y ocurrió tanto en animales no sincronizados (694, 767, 1029) como sincronizados (627, 1123). La condición anterior puede ser un reflejo de las interacciones de las jerarquías del ganado en el estro, cuando una vaca en calor es montada por una compañera, "con la cual no desea interactuar" no permanecerá inmóvil.

El trabajo anterior, ofrece la posibilidad de seguir investigando acerca de los factores que se encuentran modificando la manifestación del estro, aunque la proporción de animales que muestran estro natural y que interactúan con los sincronizados no fue significativa, existe la posibilidad de que al poder establecer el día de la sincronización y ajustar un número relativo de animales se podrán establecer dichas diferencias.

X. CONCLUSIONES

La respuesta a celo después de los tratamientos fue menor a lo esperado y, la variabilidad en la respuesta en los dos tratamientos fue posiblemente debido al tamaño de los grupos sincronizados.

El número de conductas sexuales, entre animales en estro natural y sincronizado no variaron.

La duración del estro no se vio modificada, ni por el tamaño del grupo, ni por la proporción de vacas en estro natural y sincronizado.

La presentación del estro, tanto natural como sincronizado, en la mayoría de los animales se dio en forma encadenada, es decir, pareciera que las vacas esperaron una compañera en estro para poder interactuar.

XI. LITERATURA CITADA

- Adler, N. T. Neuroendocrinology of Reproduction. Plenum Press. New York and London pp. 451-459 (1981)
- Alexander, T. J., Senger, P. L., Rosenberger, J. L. and Hagen, D. R. : The influence of the stage of the estrus cycle and novel cows upon mounting activity of dairy cattle. J. Anim. Sci., **59**: 6,1430-1439 (1984)
- Allrich, D. R.: Estrous behavior and detection in cattle. Vet. Clinics of North America., **9** : 2 (1993)
- Amyot and J. F. Hurnik. :Diurnal patterns of estrous behavior of dairy cows housed in a free stall. Can. J. Anim. Sci. , **67**: 605-614 (1987)
- Anderson, G. W., Babonis. G. D., Riesen, J. W., and Woody, C. O. :Control of estrus and pregnancy in dairy heifers. Theriogenology., **17**: 6, 623-633 (1982)
- Anta E., Rivera J. A., Galina C. S., Porrás A., Zarco L.: Análisis de la información publicada en reproducción en bovinos en México. II. Parámetros reproductivos Vet. Méx., **20**: 11-18 (1989)
- Appleyard, W. T. and Cook, B. : Efficiency of oestrus detection in dairy herds. Vet. Record., **99**: 13, 253-256 (1976)
- Aragon, C. L., : Actividad sexual de vacas Holstein gestantes hacia hembras sincronizadas con un progestágeno. Tesis de Licenciatura: Fac. de Med. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México (1993)

- Archbald, L. F., Constant, S., Tran, T., C., Klapstein, E. And Elliot, J.: Effect of sequentian treatment with prostaglandin F2 alpha and/or oxytocin on estrus and pregnancy rate of lactating dairy cows. Theriogenology, **42**: 5, 773-780 (1994)
- Baird, T. D. : Luteotrophic control of the corpus luteum Anim. Reprod. Sci., **28**: 95-102 (1992)
- Ball, P. J. H. and Lamming, E. G.: Diagnosis of ovarian acyclicity in lactating dairy cows and evaluation of treatment with gonadotrophin realising hormone or a progesterone realising intravaginal device Br. Vet. J., **139**: 522 (1983)
- Ball, P. J. H., Cowpe, J. E. D. and Harker, D. B.: Evaluation of tail paste as an oestrus detection aid using serial progesterone analyses. Vet. Rec., **112**: 147-149 (1983^a)
- Barr, H. L. Influence of estrus detection on days open in dairy herds.: J. Dairy Sci., **58**: 246 (1975)
- Blazquez, N. B., French, J., Long, S. E., Perry, G. S., and Stevens, K.: Bovine oestrus odours. Behavioural and histological investigations. 11th International Congress on Animal Reproduction and Artificial Insemination., University College Dublin, Ireland. June 26-30, 1988
- Britt, J. H.: Enhanced reproduction and its economic implications. J. Dairy Sci., **68**: 1585 (1985)
- Britt, H. R., Scott, G., Armstrong, J. D. and Whitacre M. D.: Determinants of estrous behavior in lactating Holstein cows. J. Dairy Sci., **69**: 2195-2202 (1986)
- Brooks, H. and Cole, D. J. A.: The effect of the presence of a boar on the attainment of puberty in gilts. J. Reprod. Fert., **23**: 435-440 (1970)
- Bulman, D. C., and Lamming, G. E.: Milk progesterone levels in relation to conception, repeat breeding and factors influencing acyclicity in dairy cows. J. Reprod. Fert., **54**: 447 (1978)
- Castellanos, F. Orihuela, A. and Galina, C. S.: Aggressive behaviour in oestrus and dioestrus dairy cows and heifers. Vet. Record., **131**: 22, 515 (1992)
- Coe, L. and Allrich, R. D.: Relationship between endogenous estradiol-17 β and estrous behavior in heifers. J. Anim. Sci., **67**: 1546-1551 (1989)

- Davidge, T. , Wiebold, J. L., Senger, P. L. and Hillers, J. K.: Influence of varying levels of blood progesterone upon estrous behavior in cattle. *J. Anim. Sci.*, **64**: 126-132 (1987)
- Driacourt, M. A.: Follicular dynamics in sheep and cattle. *Theriogenology.*, **35**: 1, 55-79 (1991)
- Drost, M., and Thatcher, W. W.: Application of gonadotrophin releasing hormone as therapeutic agent in animal reproduction. *Anim. Reprod. Sci.*, **28**: 11-19 (1992)
- Escobedo, F., Enciso, A., Gomez, G. Cisneros. E., Coy, A., Gallegos, J., Kinder. J.E., Garcia- Winder, M.: Norgestomet induces estrus but not ovulation in prepubertal *Bos taurus* x *Bos indicus* heifers. *J. Anim. Sci.*, **72** (Suppl 1) 410 abstr (1989)
- Esslemont, J. and Bryant, M. J.: Oestrous behaviour in a herd of dairy cows. *Vet. Rec.*, **99**: 472-475 (1976)
- Esslemont, J., Glencross, R. G., Bryant, M. J. and Pope, G. S. A.: Quantitative study of pre-ovulatory behaviour in cattle (British Friesian Heifers). *Appl. Anim. Ethol.*, **61**: 17 (1980)
- Figueroa, M. R., Fuquay, J. W. and Shipley, S. K.: Synchronization of estrus in early diestral dairy heifers with prostaglandin F₂ α and estradiol benzoate. *Theriogenology.*, **30**: 6, 1093-1097 (1988)
- Findlay, J.K.: Peripheral and local regulators of folliculogenesis. *Reprod. Fertil. Dev.*, **6**: 127-139, (1994)
- Folman, Y., Berman, A., Herz, Z., Kaim, M., Rosenberg, M., Maman, and Gordin, S.: Milk yield and fertility of high-yielding dairy cows in a sub-tropical climate during summer and winter. *J. Dairy Res.*, **46**: 411, (1979)
- Folman, Y., Kaim, M., Herz, Z. and Rosenberg, M.: Comparison of methods for the synchronization of estrus cycles in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **73**: 2817-2825 (1990)
- Foote, H.: Estrus detection and estrus detection aids. *J. Dairy Sci.*, **58**: 248-256, (1975)
- Fulkerson, G. J. Sawyer and I. Crothers.:The Accuracy of several aids in detecting oestrus in dairy cattle. *Appl. Anim. Ethol.*, **10**: 199-208 (1983)
- Fuquay, J. W.: Heat stress as it affects animal production. *J. Anim. Sci.*, **52**: 1, 164-174; (1981)

- Galina, C. S., Calderon, A. and McCloskey, M. : Detection of signs of estrus in the Charolais cow and its Brahman cross under continuous observation *Theriogenology.* **17**: 485-498 (1982)
- García, M. E., Falcon, G. Z. *Nuevo atlas Porrúa de la República Mexicana.* Porrúa México 1 D.F. 1979
- García-winder, M. J. and Gallegos-Sánchez.: Estrus synchronization in Holstein cows using reduced doses of prostaglandin F2 α . *Theriogenology.* **36**: 2 (1991)
- Gauger, P., Zachary, E., Timms, L.L. and Eness, P.: Evaluation of activity monitors has a tool for heat detection in dairy cattle in a tie stall barn. *J. Dairy sci.*, **74**: Suppl (1) 228, (1991)
- Ginther, O. J. Knopf, L. and Kastelic, J.P.: Ovarian follicular dynamics in heifers during early pregnancy. *Biol. Reprod.*, **41** :247-254 (1989)
- Gutiérrez C. : Comparación de la foliculogenesis y ciclos estrales de novillonas Cebú y Cebú Holstein durante los meses de Marzo a Junio en el trópico húmedo de México. *Tesis de Maestría, Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México* (1992)
- Gwazdauskas, C., Nebel, R. L., Sprecher, D. J., Whittier, W. D. and Mcgilliard, M.L. Effectiveness of Rump-Mounted devices and androgenized females for detection of estrus in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, **73**: 2965-2970 (1990)
- Gyawu, P., Ducker, M. J., Pope, G. S., Saunder, R. W. and Wilson, G. D. A.: The value of progesterone, oestradiol benzoate and cloprostenol in controlling the timing of oestrus and ovulation in dairy cows and allowing successful fixed-time insemination. *Br. Vet. J.*, **147**: 171-182 (1991)
- Hansel, W. and Convey, E. M. : Physiology of the estrous cycle. *J. Anim. Sci.*, **57**: 404-424 (1983)
- Hauser, E. R. : Seasonal effects on female reproduction in the bovine (*Bos taurus*) *Theriogenology.* **21**: 150-169 (1984)
- Hein, K. G., and Allrich, R. D.: Influence of exogenous adrenocorticotrophic hormone on estrous behaviour in cattle. *J. Anim. sci.*, **70**: 1, 243-247 (1992)

- Heinonen, K., Savolainen, E., Tuovinen, V., Miettinen, P. and Alanko, M: Postpartum reproductive function in Finnish Ayrshire and Friesian cows after three subsequent parturitions. *Acta Vet. Scandinavica*, **29**: 2, 231-238 (1988)
- Helmer, S. D., Britt, J.H.: Mounting behavior as affected by stage of estrus cycle in Holstein heifers. *J. Dairy Sci.*, **68**: 1290 (1985)
- Holman, J. F., Blake, W. R. and Shumway, R.: Economic evaluation of fourteen methods of estrus detection. *J. Dairy Sci.*, **70**: 186-194 (1987)
- Honore, K. E. and Klopfer, H. P. A concise survey of animal behavior. *Academic Press, INC.* San Diego California 1990
- Horta, A. E. M., Vasques, M. I. and Marques, C. C.: Interpretation of progesterone profiles in Alentejana cows during oestrus synchronization before transfer of embryos cultured in vitro. *Publicacoes do 5^o Simposio Internacional de Reproducao Animal*, Luso, Portugal, 30 de Setembro a 2 de Outubro 1993. Volume II : 58-64; 1993
- Hurnik, F. :Sexual behavior of female domestic mammals. *Food Anim. Pract.*, **3**: 423-461 (1987)
- Hurnik. F., King, J. G. and Robertson, H. A.: Estrous and related behaviour in postpartum Holstein cows. *Appl. Anim. Ethol.*, **2**: 55-68 (1975)
- Jesierzki, T. :The effects of superovulation hormone treatments on the frequency of estrous behaviours in cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **36**: 81-86 (1993)
- Katz, S. and McDonald, T. J.: Sexual behavior of farm animals. *Theriogenology* , **38**: 239-253 (1992)
- Kiddy, C. A.: Variation in physical activity an indication of estrus in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **60**:2, 235-243 (1977)
- Kiddy, C. A., Mitchel D. S., Bold, D. J., and Hawk, W., Detection of estrus-related odors in cows by trained dogs. *Biol. Reprod.*, **19**:2, 389-395 (1978)
- Kondo, S., Sekine, J., Okubo, M. and Ashahida, Y.: The Effect of Group Size and space allowance on the agonistic and spacing behavior of cattle. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **27**: 4, 287-297 (1990)

- Kyle, D. Callahan, C. J. and Allrich, R.D.: Effect of progesterone on the expression of estrus at the first postpartum ovulation in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, **75**: 1456-1460, (1992)
- Ladewig, J. and Hart, B. L.: Demonstration of estrus-related odors in cow urine by operant conditioning of rats. *Biol. Reprod.*, **24**: 1165-1169 (1981)
- Lamming, G. A. and Bullman, D. C.: The use of milk progesterone radioimmunoassay in the diagnosis and treatment of sub-fertility in dairy cows. *BR. Vet. J.*, **132**: 507-517 (1976)
- Lamothe, Zavaleta, C., Fredriksson, G. and Kindahl, H.: Reproductive performance of zebu cattle in México. 1. Sexual behavior and seasonal influence on estrus cyclicity. *Theriogenology.*, **36**: 6, 887-896 (1991)
- Lamothe-Zavaleta C., Montiel F. Fredrikson G. Galina C. S.: Reproductive performance of Zebu cattle in México, influence of season and social interaction on the timing of expressed oestrus *Tropical Agriculture*, Trinidad sent for publication (1995)
- Larson, L. and Ball, P. J. H.: Regulation of estrous cycles in dairy cattle: A Review. *Theriogenology.*, **6**: 255-267 (1992)
- Lauderdale, J. W.: Estrus detection and synchronization of dairy cattle in large herds. *J. Dairy sci.*, **57**: 348 (1974)
- Leach, C.: Introducción a la estadística, análisis no paramétrico. Limusa, México, (1980)
- Lehrer, R. Lewis, G. S. and Aizinbud, E.: Oestrus detection in cattle: recent developments. *Anim. Rep. Sci.*, **28**: 355-361 (1992)
- Logue, D.N., Salaheddine, M. and Renton, J.P. : A comparison of two techniques for the synchronization of oestrus in dairy heifers. *Vet. Record.*, **129**: 171-173 (1991)
- Lucy, M. C., Savio, J. D., Badinga, L., de la Sota, R. L. and Thatcher, W. W.: Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. *J. Anim. Sci.*, **70**: 3615-3626, (1992)
- Mahaputra, L., Hariadi, M. and Hardjopranjoto, S.: Radioimmunoassay of milk progesterone to monitor reproductive performance in Smallholder dairy herds in Indonesia. Studies on the reproductive efficiency of cattle using radioimmunoassay Techniques proceedings of the final research co-ordination meeting 5-9 september 1988, Viena organised by the joint FAO-IAEA Division of Nuclear techniques in food and agriculture. 115-126, (1990)

- Manriquez, F. R. Patron de conducta sexual de grupo de vacas Holstein en los que se sincroniza el estro de una, dos o tres vacas, en dos tipos de piso, utilizando un progestágeno. Tesis de Licenciatura Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autonoma de México. (1995)
- Martínez, A.: La monta en el calor es una manifestación de las vacas sanas..y acompañadas. Hoard's Dairyman., **2**: 158 (1995)
- Mattoni, M., Mukasa-Mugerwa G., Cecchini, G. and Sovani, S. :The reproductive performance of East African (*Bos indicus*) zebu cattle in Ethiopia. 1. Estrous cycle length, duration, behavior and ovulation time. Theriogenology., **30**: 961-971 (1988)
- McFarland, D. Problems of Animal Behaviour. Longman Scientific & Technical. Copublished in the United States with John Wiley & and sons, Inc., New York 1989
- McGuire, W.J., Larson, R.L. and Kiracofe, G.H. Syncro-mate B induces estrus in ovariectomized cows and heifers Theriogenology. , **34**: 33-37 (1990)
- Montgomery, S. t., Laurent, T., Fullenkamp, A.M. and Fischer R. B.: A Role for the hamster's flank gland in heterosexual communication. Physiol. and Behav., **44** :6, 759-762 (1988)
- Montiel, P.: Determinación de la interacción de la conducta sexual en ganado *Bos Indicus* y su influencia estacional. Tesis de Licenciatura, Fac. de Med. Vet. y Zoot, Universidad veracruzana (1992)
- Moor, R. M., and Seamark, R. F.: Cell signaling, permeability, and microvasculatory changes during antral follicle developments in mammals J. Dairy Sci., **69** : 927-943 (1986)
- Morrow, A. D., Swanson, V. L. and Hafs, H. D.: Oestrous behavior and ovarian activity in peripuberal heifers. Theriogenology. , **6**: 427-432 (1976)
- Munroe, R. K. and More, N. W. :Effects of progesterone, oestradiolbenzoate and cloprostenol on luteal function in the heifer J. Reprod. Fert., **73** : 353-359 (1985)
- Mylrea, J. and Beilharz, R. G.:The manifestation and detection of oestrous in heifers. Anim. Behav., 1225-30 (1964)
- Odde, G. A.: Review of synchronization of estrus in postpartum cattle. J. Anim. Sci., **68**: 817-830 (1990)

- Orihuela, A., Galina, C.S., Escobar, F.J. and Riquelme, E.: Estrous behavior following prostaglandin F2 α & injection in Zebu cattle under continuous observation *Theriogenology*, **19**: 795-809 (1983)
- Orihuela, A., Galina, C. S. and Duchateau, A.: Behavioural patterns of Zebu bulls towards cows previously synchronized with prostaglandin F2 alpha. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **21**: 267-276 (1988)
- Orihuela, A., Galina, C. S. and Duchateau, A.: The efficacy of estrous detection and fertility following synchronization with PGf2 α or synchromate B in zebu cattle *Theriogenology*, **32**: 745-753 (1989)
- Pavlov, Iván. Reflejos condicionados e inhibiciones. *Planeta de Agostini*. México, 1993.
- Pennington, J. A., Albright, J. L., Diekman, M. A.: Sexual activity of Holstein cows: seasonal effects. *J. Dairy Sci.*, **68**: 3023 (1985)
- Pollock, E. and Hurnik, J. F. Effect of two confinement systems on estrous and diestrous behavior in dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.*, **59**: 799-803 (1979)
- Porras, A. A. I. y Galina, H. C.: Utilización de prostaglandina F2 alfa y sus análogos para la manipulación del ciclo estral bovino. *Vet. Mex.*, **XXII**: 4401-405, (1991)
- Porras, A. A. I., Galina H, C, S.: Utilización de progestágenos para la manipulación del ciclo estral bovino. *Vet. Mex.*, **XXIII**: 31-36 (1992)
- Price, E. O., Wallach S. J. R. and Dally, M. R. Effect of sexual stimulation on the sexual performance of rams. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **30**: 3-4, 333-340 (1991)
- Pulido, A., Zarco, L., Galina, C. S., Murcia, C., Flores, G. and Posadas E.: Progesterone metabolism during storage of blood samples from Gyr cattle: Effects of anticoagulant, time and temperature of incubation. *Theriogenology*, **35**: 965 -975 (1991)
- Richards, S. J.: Maturation of ov ovarian follicles: Actions and interactions of pituitary and ovarian hormones on follicular cell differentiation. *Physiol. Rev.*, **60**: 1, 51-89 (1980)
- Roche, J. F. and Boland, M. P.: Turnover of dominant follicles in cattle of different reproductive states. *Theriogenology*, **35**: 81 (1991)

- Roche, J. F., Crowe, MA. and Boland, MP.: Postpartum anoestrus in dairy and beef cows. *Anim Reprod. Sci.*, **28**: 371-378 (1992)
- Rosenberg, M., Kain., Herz, Z. and Folman, Y.: Comparison of methods for the zynchronization of estrus cycles in dairy cows 1. Effects on plasma progesterone and manifestation of estrus. *J. Dairy Sci.*, **73**: 2807-2816 (1990)
- Sagan , C. Los Dragones del Eden. *Grijalbo, Mex.* 1974
- Savio, J. D., Thatcher, W. W., Morris, G. R., Entwistle, K., Drost, M. and Mattiacci, M. R.: Effects of induction of low plasma progesterone concentrations with a progesterone-releasing intravaginal device on follicular turnover and fertility in cattle . *J. Reprod. Fert.*, **98**: 77-84 (1993)
- Sawyer, G. J., Rusell-Brown, I.D and Silcock, J. k.: A comparison of three methods of oestrus detection in comercial dairy herds verified by serum progesterone analysis. *Anim. Reprod. Sci.*, **10**: 1-10 (1986)
- Sirois, J. and Fortune, J. E.: Ovarian follicular dynamics during the estrous cycle in heifers monitored by real time ultrasonography. *Biol. Reprod.*, **39**:307-317 (1988)
- Skinner, B. F. Aprendizaje y Comportamiento. *Martínez Roca*, Barcelona, España (1985)
- Smith, M. F.: Recent advances in corpus luteum physiology. *J. Dairy Sci.*, **69**: 911-926 (1986)
- Smith, R. David. Estrus Detection. Current Theraphy in Theriogenology. *W.B Saunders Co.* 153-158, (1986^a)
- Stevenson, J. S. and Britt, J. H.: Detection of estrus by three methods. *J. Dairy Sci.*, **60**: 1994-1998 (1977)
- Taylor, c. and Rajamahendran, R.: Effect of mid-luteal phase progesterone levels on the first wave dominat follicle in cattle. *Can. j. Anim. Sci.*, **74**: 281-285 (1994)
- Tegegne, A., Warnick, A. C., Mukasa -Mugergwa, E., Ketema, H.: Fertility of Bos indicus and Bos indicus X Bost taurus crossbreed cattle after estrus synchronization. *Theriogenology.* **31**: 2, 361-370 (1989)

- Thatcher, W. W., Macmillan, K. L., Hansen, P. J. and Drost, M.: Concepts for regulation of corpus luteum function by the conceptus and ovarian follicles to improve fertility. *Theriogenology*, **31**: 149-164 (1989)
- Thomas, I. and Dobson H.: Oestrus during pregnancy in the cow. *Vet. Record.*, **124**: 387-390 (1989)
- Tjondronegoro, s., Williamson, P., Sawyer, G. J. and Atkinson, S.: Effects of progesterone intravaginal devices on synchronization of estrus in postpartum dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **70**: 2162-2167 (1987)
- Umemura, K., Kushibiki, and Hayashi, T.: An analysis of sexual behavior and estrous odor using inter-pair distance method. *Anim. Sci. Technol.*, **63**: 6, 655-661 (1992)
- Vailes, D. L. and Britt, H. J.: Influence of footing surface on mounting and other sexual behaviors of estrual Holstein cows. *Anim. Sci.*, **68**: 2333-2339 (1990)
- Vailes, D. Washburn, S. P. and Britt, J. H.: Effects of various steroid milieus or physiological states on sexual behavior of Holstein cows. *J. Anim. Sci.*, **70**: 2094-2103 (1992)
- Walton, J. S., Veenhuizen, L. P. and King, J. G.: Relationships between time of day, estrous behavior, and the preovulatory luteinizing hormone surge in Holstein cows after treatment with cloprostenol. *J. Dairy Sci.*, **70**: 1652 (1987)
- Watts, T. L. and Fuquay, J. W.: Response and fertility of dairy heifers following injection with prostaglandin F2 alpha during early, middle or late diestrus. *Theriogenology*, **23**: 4, 655-661 (1985)
- Wenzel, J. G. W.: A review of prostaglandin F products and their use in dairy reproductive herd health program. *Vet. Bul.*, **61**: 433-447 (1991)
- Wheaton, J. E., Windels, H. F. and Johnston, L. J.: Accelerated lambing using exogenous progesterone and the Ram-Effect. *J. Anim. Sci.*, **70**: 9, 2628-2635 (1992)
- Williamson, B. R., Morris, R. S., Blood, D. C. and Christine, M. C. A.: Study of oestrous behaviour and oestrus detection methods in a large commercial dairy herd. *Vet. Rec.*, **91**: 50-58 (1972)
- Williamson, B. R., Morris, R. S., Blood, D. C., Christine M.C.A. and Wright, P. J.A.: Study of oestrous behaviour and oestrus detection methods in a large commercial dairy herd. *Vet. Rec.*, **91**: 58-62 (1972^a)

- Wolfenson, D., Flamenbaum, I. and Berman, A.: Hyperthermia and body energy store effects on estrous behavior, conception rate, and corpus luteum function in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **71** : 3497 (1988)
- Zarco, Q. L. A.: Factores que afectan los resultados de la inseminación artificial en el bovino lechero. *Vet. Mex.*, **XXI**: 323-28 (1990)
- Zenchak, J. L., Katz, E. O., Price and Wallach, S. J. R.: Sexual behavior of rams as influenced by the degree of restraining estrous ewes and by the additional presence of anestrous ewes. *J. Anim. Sci.*, **66**: 2851-2855 (1988)

XII. CUADROS Y ANEXOS

Figura 1.

Día de presentación del estro posterior al retiro del implante y/o a la aplicación de prostaglandina f2alfa.

Día de la sincronización, retiro del implante y observación del estro en el esquema de sincronización de 3, 1 y 5 vacas con doble repetición.

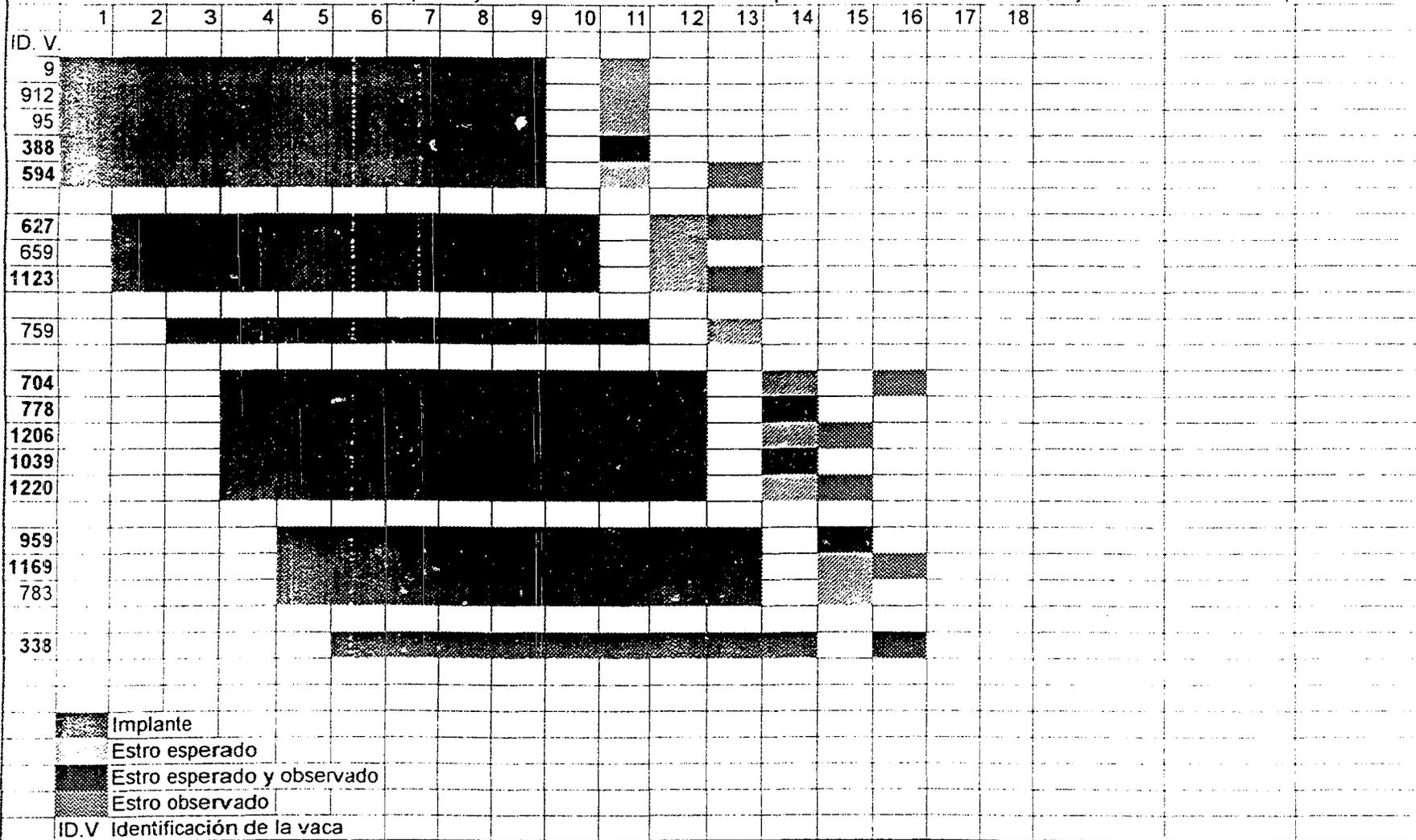


fig.2

Día de presentación del estro, posterior al retiro del implante y/o aplicación de prostaglandina f2 alfa

Día de la sincronización, retiro del implante y observación del estro en el esquema de sincronización de 3, 1 y 5 vacas con doble repetición.

ID.V	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
25	Implante	Estro observado	Estro observado															
1056	Implante	Estro observado	Estro observado			Estro observado												
1020	Implante	Estro observado	Estro observado															
1099	Implante	Estro observado	Estro observado					Estro observado										
310	Implante	Estro observado	Estro observado															
11		Implante	Estro observado	Estro observado														
105		Implante	Estro observado	Estro observado			Estro observado											
554		Implante	Estro observado	Estro observado			Estro observado											
556		Implante	Estro observado	Estro observado														
578		Implante	Estro observado	Estro observado														
366		Implante	Estro observado	Estro observado														
560		Implante	Estro observado	Estro observado			Estro observado											
547		Implante	Estro observado	Estro observado														
498		Implante	Estro observado	Estro observado			Estro observado											
783		Implante	Estro observado	Estro observado														
175					Implante	Implante	Implante	Implante	Implante	Implante	Estro observado	Estro observado					Estro observado	
459					Implante	Implante	Implante	Implante	Implante	Implante	Estro observado	Estro observado						
275					Implante	Implante	Implante	Implante	Implante	Implante	Estro observado	Estro observado						
461					Implante	Implante	Implante	Implante	Implante	Implante	Estro observado	Estro observado						
468					Implante	Implante	Implante	Implante	Implante	Implante	Estro observado	Estro observado						

ID V Identificación de la vaca

fig.3

Día de la presentación del estro posterior al retiro del implante y/o a la aplicación de prostaglandina f2 alfa

Día de la sincronización, retiro del implante y observación del estro en el esquema de sincronización de 1, 5 y 3 vacas con doble repetición.

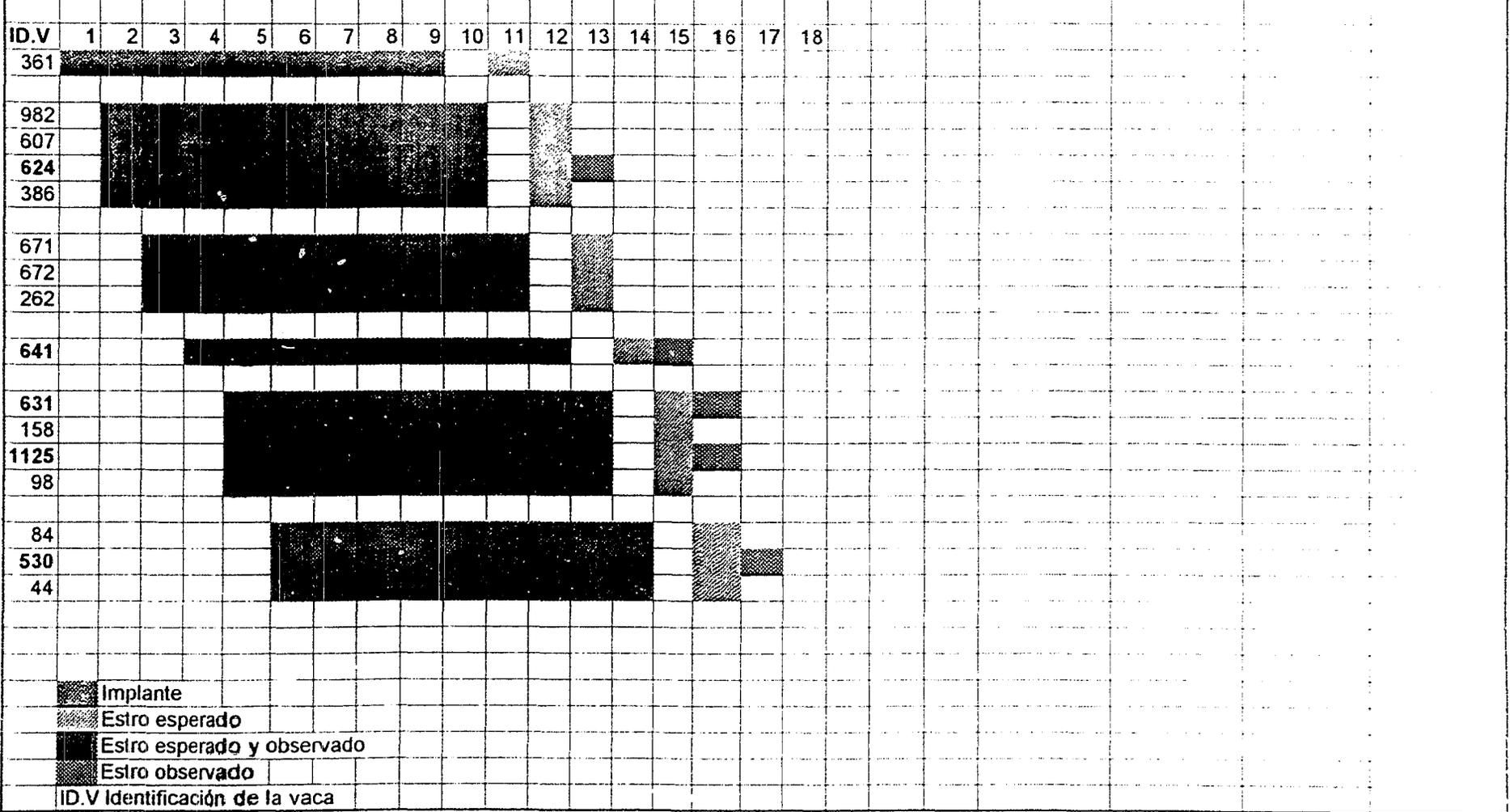
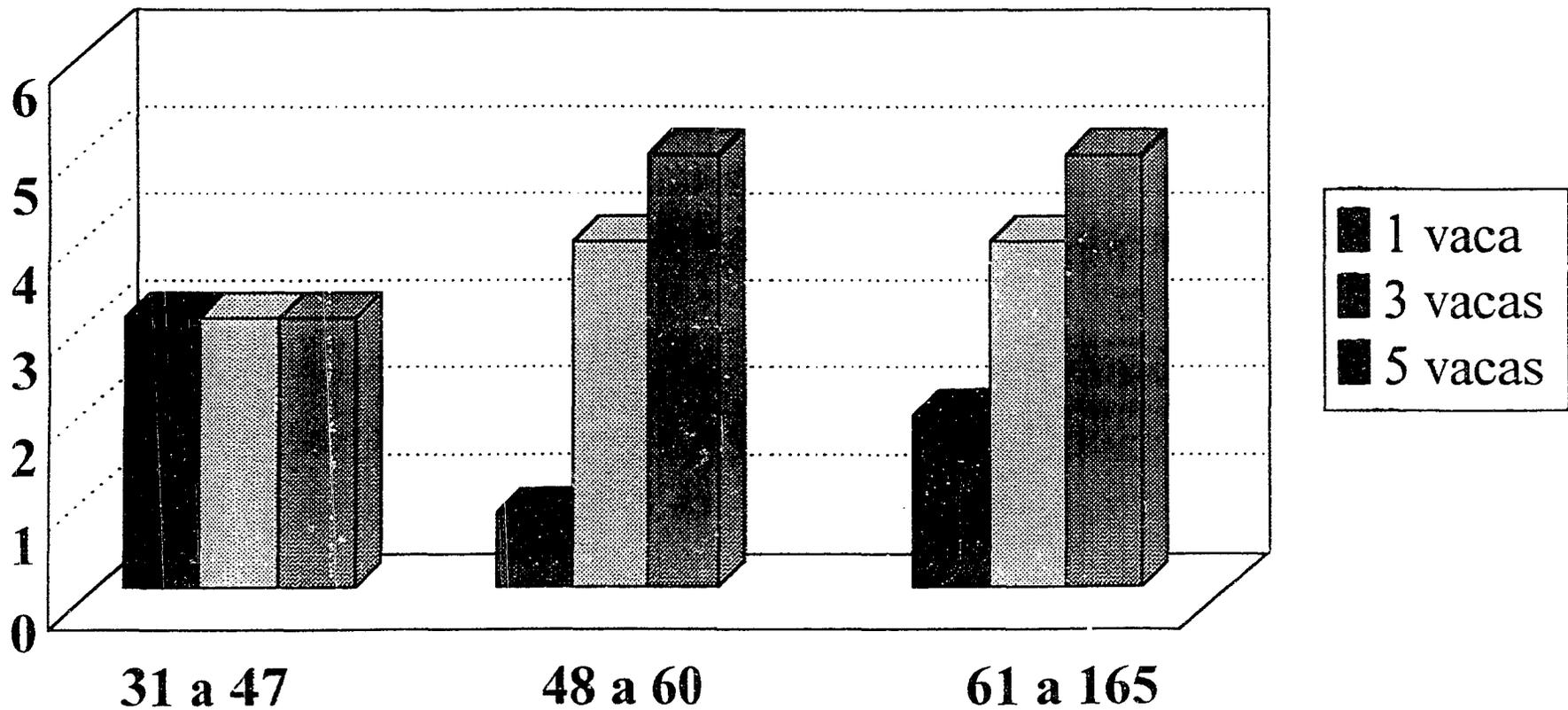


Fig. 7 Porcentaje de respuesta a celo en tres diferentes periodos a) entre 48 y 60 horas en la respuesta fisiológica, b) entre 31 y 47 y c) 61 a 165 horas en el esquema de sincronización de 1,3 y 5 vacas



cuadro 2. resumen de la hora de presentación del estro, posterior al retiro del implante cuando se sincronizaron 1, 3 y 5 vacas respectivamente en tres diferentes corrales, así como el porcentaje de vacas que respondieron a la sincronización

Vacas sincronizadas	Repeticiones	Porcentaje de respuesta	Media \pm de H.P.E.P.R.I
1	6	75a	42.60 \pm 13.83a
3	6	61a	60.32 \pm 31.22a
5	6	46a	59.48 \pm 15.43a

Literales diferentes en columnas (P>0-05)

H.P.E.P.R.I. hora de presentación del estro posterior al retiro del implante

Cuadro 3. Promedio de la hora de presentación y porcentaje de animales en estro en los dos esquemas de sincronización.

	Vacas SM-B + GnRH	Vacas SM-B + GnRH+ PGf2alfa
Promedio hora de presentación	73.89±42.50a	51.57±12.23a
Porcentaje de presentación	44% ^a	66% ^a

misma literal no difieren significativamente (P>0.05)

Cuadro 4. Hora de presentación del estro posterior al retiro del implante de SM-B y/o a la aplicación de prostaglandina f2alfa cuando se sincronizarón 1,3 y 5 vacas respectivamente con doble repetición en el corral 1.

Identificación de la vaca	Número de vacas sincronizadas	Hora de presentación del estro posterior al retiro del implante y/o aplicación de PGf2alfa
9		-
912		-
95	5	-
388		32
594		77.17
627		54.18
659	3	-
1,123		53.6
759	1	-

Cuadro 4. Hora de presentación del estro posterior al retiro del implante de SM-B y/o a la aplicación de prostaglandina f2alfa cuando se sincronizarón 1,3 y 5 vacas respectivamente con doble repetición en el corral 1. Continuación

Identificación de la vaca	Número de vacas sincronizadas	Hora de presentación del estro posterior al retiro del implante y/o aplicación de PGf2alfa
*778		43.25
*704		72.67
*1206	5	56.15
*1039		43.62
*1220		60.08
*959		41.2
*1169	1	62.4
*783		-
*338	1	32.08

* Vacas con tratamiento de SM-B + prostaglandina f2alfa.
 En **negrita** se muestran a las vacas que manifestaron estro.
 El rango de presentación del estro posterior al retiro del implante fué de 31 a 165 horas

Cuadro 5. Hora de presentación del estro posterior al retiro del implante de SM-B y/o a la aplicación de prostaglandina f2alfa cuando se sincronizarón 1, 3 y 5 vacas respectivamente con doble repetición en el corral 2.

Identificación de la vaca	Número de vacas sincronizadas	Hora de presentación del estro posterior al retiro del implante y/o aplicación de PGf2alfa
25		62.82
1,056	3	150.3
1,020		55
1,099	2+	165.08
310		31.55
11		-
105		90.3
554	5	51.5
556		-
578		-

Cuadro 5. Hora de presentación del estro posterior al retiro del implante de SM-B y/o a la aplicación de prostaglandina f2alfa cuando se sincronizarón 1, 3 y 5 vacas respectivamente con doble repetición en el corral 2.

Continuación

Identificación de la vaca	Número de vacas sincronizadas	Hora de presentación del estro posterior al retiro del implante y/o aplicación de PGf2alfa
*560		57.05
*366	2+	33.95
*547		31.22
*498	3	54.3
*783		42.12
*175		58.6
*459		-
*275	5	-
*462		-
*468		-

* Vacas con tratamiento de SM-B + prostaglandina f2alfa

En negritas se muestran a las vacas que manifestarón estro

El rango de presentación del estro posterior al retiro del implante fué de 31 a 165 horas

+Grupo formado por 2 vacas inyectadas a diferentes tiempos que se cambiaron de corral

Cuadro 6. Hora de presentación del estro posterior al retiro del implante de SM-B y/o a la aplicación de prostaglandina f2alfa cuando se sincronizarón 1, 3 y 5 vacas respectivamente con doble repetición en el corral 3.

Identificación de la vaca	Número de vacas sincronizadas	Hora de presentación del estro posterior al retiro del implante y/o aplicación de PGf2alfa
361	1	-
982		-
607	4+	-
624		63.25
386		-
671		-
672	3	-
262		-

Cuadro 6. Hora de presentación del estro posterior al retiro del implante de SM-B y/o a la aplicación de prostaglandina f2alfa cuando se sincronizarón 1, 3 y 5 vacas respectivamente con doble repetición en el corral 3.

Continuación

Identificación de la vaca	Número de vacas sincronizadas	Hora de presentación del estro posterior al retiro del implante y/o aplicación de PGf2alfa
*641	1	58.37
*631		68.37
*158	4+	-
*1125		56.87
*98		-
*84		-
*530	3	56.43
*44		-

* Vacas con tratamiento de SM-B + prostaglandina f2alfa

En **negritas** se muestran a las vacas que manifestarán estro

El rango de presentación del estro posterior al retiro del implante fue de 31 a 165 horas.

+ Grupos formados por 4 vacas debido a que una hembra en cada repetición se cambio de corral

Cuadro 7. Vacas con actividad sexual, sincronizadas y en estro natural que formaron grupos sexualmente activos

Número de vacas que interactúan sexualmente	Frecuencias	Duración promedio horas \pm D.E
1	12	4:33 \pm 2:77 a
2	25	3:88 \pm 2:45 a
3	22	3:13 \pm 2:79 a
4	12	3:08 \pm 2:67 a
5	8	2:37 \pm 2:06 a

Promedio de duración de estro cuando interactuarán de una a seis vacas que se encontraron en celo al mismo tiempo.

a. Valores con la misma literal no son estadísticamente diferentes. ($P > 0.05$)

Cuadro 8. Proporción de vacas en estro natural y sincronizado que interactúan

Número de vacas con actividad sexual sola o al mismo tiempo	Porcentaje de vacas en estro natural que interactúan	Porcentaje de vacas en estro sincronizado que interactúan
1	33	66 a
2	36	63 a
3	48	52 a
4	46	53 a
5 ó >	56	43 a

a. Valores con la misma literal no son estadísticamente diferentes. ($P > 0.05$)

Cuadro 9a. Porcentaje de vacas en estro esperado y no esperado de las vacas que fueron sincronizadas y manifestaron estro.

Vacas sincronizadas con *Sincromate-B + GnRH*

	Estro esperado		Estro no esperado	
	48 a 60 h.	31 a 47 h.	61 a 165 h.	
Número de vacas	4	2	6	
% de vacas en estro	33	16	50	

Cuadro 9b. Porcentaje de vacas en estro esperado y no esperado de las vacas que fueron sincronizadas y manifestaron estro.

Vacas sincronizadas con *Sincromate-B + PGf2alfa*

	Estro esperado		Estro no esperado	
	48 a 60 h.	31 a 47 h.	61 a 165 h.	
Número de vacas	8	7	3	
% de vacas en estro	44	39	16	

Cuadro 10. Porcentaje de vacas en estro natural

Vacas que manifestarán *estro natural*

Total de vacas no sincronizadas	Porcentaje de vacas en estro natural concomitante con las sincronizadas
66	39

Cuadro 11. Promedios de Conductas sexuales activas

	Topes	Intentos de Monta	Monta	Lamer	Oler
SMB+GnRH	15.58	26.33	19.41	1.58	14
SMB+GnRH +PGf2alfa	19.05	25.52	18.57	3.68	10.94
Natural	11.23	16.3	15.81	2.76	8.5

Cuadro 12. Promedio de conductas sexuales pasivas

	Topes	Intentos de Monta	Monta	Lamer	Oler
SMB+GnRH	14.58	21.5	27.75	2	11.33
SMB+GnRH+ PGf2alfa	13.89	23.36	23.52	2.15	10.47
Natural	11.61	15.65	16.53	2.76	6.55

Cuadro 13. Promedios de duración del estro sincronizado y natural

Tratamiento	Horas en estro \pm D.E
SMB+GnRH	13.84 \pm 4.78 a
SMB+GnRH+PGf2alfa	12.27 \pm 4.84 a
Natural	9.44 \pm 6.60 a

a. Misma literal no difieren significativamente ($P>0.05$)

Niveles de Progesterona el día del retiro del implante, en los dos tratamientos

No. animal	ng/ml P ₄	Observaciones
105	2.5	Norgestomet + GnRH
554	0	Norgestomet + GnRH
556	0.02	Norgestomet + GnRH
578	4.69	Norgestomet + GnRH
776	1.88	Norgestomet + GnRH
778*	0.85	Norgestomet + GnRH+PGf2 α
1039*	2.05	Norgestomet + GnRH+PGf2 α
1206*	1.27	Norgestomet + GnRH+PGf2 α
1220*	4.03	Norgestomet + GnRH+PGf2 α
641*	0.60	Norgestomet + GnRH+PGf2 α
366*	0.32	Norgestomet + GnRH+PGf2 α
560*	0.95	Norgestomet + GnRH+PGf2 α
704*	2.54	Norgestomet + GnRH+PGf2 α
498*	5.05	Norgestomet + GnRH+PGf2 α
959*	3.24	Norgestomet + GnRH+PGf2 α
1169*	3.82	Norgestomet + GnRH+PGf2 α
783*	0	Norgestomet + GnRH+PGf2 α
631*	3.26	Norgestomet + GnRH+PGf2 α
158*	4.89	Norgestomet + GnRH+PGf2 α
547*	0.08	Norgestomet + GnRH+PGf2 α
1125*	0.46	Norgestomet + GnRH+PGf2 α
98*	0	Norgestomet + GnRH+PGf2 α
44*	1.28	Norgestomet + GnRH+PGf2 α
338*	5.56	Norgestomet + GnRH+PGf2 α
468*	0.78	Norgestomet + GnRH+PGf2 α
175*	3.52	Norgestomet + GnRH+PGf2 α
459*	1.28	Norgestomet + GnRH+PGf2 α
275*	0.58	Norgestomet + GnRH+PGf2 α
461	0.02	Norgestomet + GnRH
284	1.90	Norgestomet + GnRH
530*	0.15	Norgestomet + GnRH+PGf2 α
9	1.51	Norgestomet + GnRH
912	1.15	Norgestomet + GnRH
95	1.22	Norgestomet + GnRH
388	0	Norgestomet + GnRH
594	0.15	Norgestomet + GnRH
1020	0.02	Norgestomet + GnRH
25	1.82	Norgestomet + GnRH

361	3.38	Norgestomet + GnRH
1036	2.50	Norgestomet + GnRH
624	0.10	Norgestomet + GnRH
627	0.53	Norgestomet + GnRH
659	2.70	Norgestomet + GnRH
310	0.04	Norgestomet + GnRH
386	0.08	Norgestomet + GnRH
607	1.37	Norgestomet + GnRH
982	0.97	Norgestomet + GnRH
1123	0.81	Norgestomet + GnRH
1099	0.07	Norgestomet + GnRH
759	2.71	Norgestomet + GnRH
671	2.56	Norgestomet + GnRH
673	0	Norgestomet + GnRH
262	0	Norgestomet + GnRH
11	0.10	Norgestomet + GnRH