



132
24

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EVALUACION DE LA EFICIENCIA EN LA DETECCION DE ESTROS
EN GANADO BOVINO LECHERO, MEDIANTE LA DETERMINACION
DE PROGESTERONA PLASMATICA AL MOMENTO DE LA
INSEMINACION ARTIFICIAL

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
PRESENTA

José Luis Martínez Arroyo

ASESORES

M. V. Z. ANTONIO PORRAS ALMERAYA
M. V. Z. Ph. D. LUIS A. ZARCO QUINTERO
M. V. Z. JORGE SAGARDIA RUIZ



MEXICO, D.F.

1988



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	1
I. INTRODUCCION.....	3
II. REVISION DE LA LITERATURA.....	5
III. MATERIAL Y METODOS.....	15
IV. RESULTADOS.....	20
V. DISCUSION.....	24
VI. LITERATURA CITADA.....	30
VII. FIGURAS.....	35
VIII. CUADROS.....	41

RESUMEN

MARTINEZ ARROYO, JOSE LUIS: Evaluación de la eficiencia en la detección de estros en ganado bovino lechero, mediante la determinación de progesterona plasmática al momento de la Inseminación Artificial. (Bajo la dirección de : Antonio Porras Almeraya, Luis A. Zarco Quintero y Jorge Sagardía Ruiz). Este trabajo se realizó en el Centro de Recría de Tizayuca Hidalgo. Durante un periodo de 21 días se detectaron calores continuamente (24 horas del día) por medio de observación visual a cargo de 6 personas en forma rotativa. Se detectaron en estro 740 de las 821 vaquillas elegibles para mostrar estro durante dicho periodo, dando una eficiencia en la detección de estros del 90.1%. Para evaluar la precisión de la detección visual de estros se evaluaron, mediante palpación rectal al momento de la inseminación, 344 animales que se habían detectado en estro visualmente, considerandose en estro real 282 (81.9%) de ellos. Para evaluar la precisión del examen rectal se tomaron muestras de sangre a cada una de las 282 vaquillas confirmadas en estro en el examen rectal con el fin de determinar a aquellas que tuvieran niveles de progesterona no compatibles con el estro, considerandose que solo pueden estar en estro las vaquillas con niveles de progesterona menores a 1 ng/ml. Se encontraron niveles de estro en 279 (98.93%) de las vaquillas. Al calcular la precisión global de la explotación se obtuvo el 81.10% (279/344). De acuerdo a lo anterior, la detección de estros durante las 24 horas del día demostró ser una medida de manejo muy efectiva para detectar el mayor número de animales en estro. Además se concluyó que el examen rectal previo a la I.A.

reduce el número de vaquillas que se inseminan sin encontrarse realmente en estro.

I. INTRODUCCION

En las explotaciones de ganado lechero uno de los aspectos importantes para lograr una óptima eficiencia reproductiva es la correcta detección de calores. Se estima que los resultados de baja eficiencia reproductiva se deben a deficiencias en la detección del estro en el 85% de las ocasiones (9). Los estros no detectados ocasionan un aumento en el intervalo parto-concepción, el cual no debe ser mayor a los 90 días (8). Al encontrarse afectado el intervalo parto-concepción se hace imposible obtener un parto al año por vaca, que a fin de cuentas es el mejor indicador de la eficiencia reproductiva de un hato lechero (8,18,29). Siendo la detección de calpres la mayor limitación para servir y gestar a un animal, es de suma importancia que las personas encargadas de esta actividad sepan como se comporta una vaca durante su ciclo estral (8,20,44).

Por otra parte, muchas de las vacas que se detectan en estro en un momento determinado no se encuentran realmente en calor lo que se ha comprobado midiendo los niveles de progesterona (1,43). La frecuencia de la inseminación de vacas que no están en estro varía dependiendo de la precisión de la detección del estro. Se ha determinado que hasta un 20% de las vacas se inseminan cuando los niveles de progesterona son altos, lo que indica que el animal no estaba realmente en estro (1).

Por lo general en aquellas explotaciones lecheras donde se evalúa la eficiencia en la detección de estros (porcentaje de animales detectados en estro, de un grupo susceptible de manifestar celo en un período de 21 días), no se evalúa simultáneamente la precisión en la detección de estros

(porcentaje de los animales detectados en estro que realmente están en estro), siendo de gran importancia económica éste último parámetro reproductivo puesto que aquellos animales que se inseminen sin estar en estro no podran quedar gestantes, repercutiendo en un aumento en las dosis de semen por concepción y, lo más importante, causando el incremento de los días parto-concepción (1,8,9,42).

El objetivo del presente trabajo es evaluar simultaneamente la eficiencia y la precisión en la detección de estros en el Centro de Recría de Tizayuca. Adicionalmente se evaluará la palpación rectal previa a la inseminación como método para disminuir el número de vaquillas inseminadas sin estar en estro.

II. REVISION DE LA LITERATURA

El ciclo estral en el ganado bovino lechero es un tema que ha sido tratado por muchos autores, los que han encontrado que su duración en la vaca es de 21.3 ± 3.7 días. En la novilla la duración media es de 20 días (37,39). De las cuatro etapas que comprende el ciclo estral (proestro, estro, metaestro y diestro), se ha considerado cómo la más importante a la del estro, ya que durante ella se lleva a cabo la cópula o la inseminación artificial, por lo que tiene una repercusión directa sobre la eficiencia reproductiva (37).

Existen una gran variedad de manifestaciones psíquicas del celo. La conducta típica de la vaca en estro en su fase inicial está dada por la búsqueda del compañero de monta (14). Sin embargo debe considerarse que en la mayoría de las explotaciones lecheras no se emplean los toros celadores, por lo que este cortejo sexual no es una ayuda importante para identificar vacas y vaquillas en estro. A medida que el estro continúa se presentan otro tipo de manifestaciones como bramidos, paseos de un lado a otro (19) y por último el único signo definitivo del estro, cuando la vaca permanece quieta y se deja montar por otras vacas (39,49,55).

Se ha hablado de otros signos indicadores de estro como son: miradas hacia el tren posterior, arqueamiento del dorso, tendencia a lamer cuanto encuentran a su alcance, trastornos del apetito, pelos de la base de la cola hirsutos debido a las secreciones vaginales acentuadas, enrojecimiento y tumefacción de los genitales, turgencia de las mamas, y ligeras contracciones de la vagina (44,49,55). También se ha visto que

dejan fluir abundante saliva, los movimientos respiratorios se aceleran, los del rumen se acentúan acompañándose de eructos, los excrementos muestran franca tendencia a reblandecerse, y baja la producción láctea (29). Un 2 a un 5% de las vacas no manifiestan signos evidentes de calor. Como se mencionó anteriormente, el signo más importante del estro es la aceptación de la monta por el macho u otras hembras. Por esta razón la duración promedio del estro en la vaca lechera se ha medido usualmente por la duración del período de aceptación de la monta. En promedio el estro dura de 12 a 18 hrs., aunque el 20% de los calores duran menos de 6 hrs. (6,8,39).

II.1. Detección de estros por observación visual directa.

El método más común para detectar estros es por medio de la observación de las vacas para identificar a las que muestran conducta homosexual. Sin embargo este método no siempre es el más efectivo, tal vez debido al mal entendimiento de los signos de estro o a la falta de interés por parte del personal encargado (8,9). Las vacas manifiestan su tendencia a montar con intervalos de 20 min., por lo que la eficiencia en la detección de estros aumenta cuando el hato es observado por períodos de por lo menos 30 min., distribuidos durante el día (2,9). Comparando la eficiencia en la detección de estros respecto al número de observaciones diarias, se ha encontrado que con la observación continua durante las 24 hrs., se obtiene una eficiencia del 98 a 100% (33,36,55), con tres observaciones entre el 70 y 90% (31,33,42,54) y con dos observaciones entre el 50 y 70% (3,5,29,40,45,56), con observaciones realizadas durante las actividades rutinarias la

eficiencia fué de 56% (33,55).

Estudios realizados en ganado europeo demuestran que el mejor momento para detectar calores es cuando el hato no está disturbado por otras acciones, como alimentación y ordeño (8,9). Probablemente ésta sea una de las causas de que el 70% de los calores se distribuyan entre las 18:00 y las 7:00 hrs. (9,42). La elevada frecuencia de estros silenciosos después del parto disminuye la posibilidad de identificar visualmente a los animales en celo. King et al. (31) encontraron que con la observación visual sólo se detectaron el 20% de los estros en la primera ovulación postparto, 44% en la segunda y 64% en la tercera, mientras que Morrow (41) encontró 23% en la primera ovulación, 46% en la segunda y 64% en la tercera ovulación postparto.

Los numerosos signos externos de estro y la gran variación entre animales ya sea en la presentación de los signos, en la intensidad de éstos, o en su distribución durante el día, son los principales responsables de las dificultades que se presentan para detectar vacas en celo bajo el sistema tradicional de detección de calores (Observación directa dos o tres veces al día por periodos de 30 min.) (8,9,42,44,49,54). Por lo que además del sistema tradicional se han desarrollado diversos métodos que permitan incrementar la eficiencia en la detección de estros.

11.2. Métodos de apoyo para la detección de estros.

1.- El arnés marcador.- Este método ha sido utilizado con varios tipos de animales especialmente preparados para marcar las vacas en estro, entre los que se cuentan:

- a).- Toros vasectomizados o epidididectomizados
- b).- Toros con desviación de pene
- c).- Toros penectomizados
- d).- Toros con el orificio prepucial cerrado
- e).- Toros con retracción y fijación del pene
- f).- Vacas con ovarios quísticos
- g).- Novillas tratadas con testosterona
- h).- Becerras Freemartin tratadas con testosterona

Las preparaciones de animales marcadores que requieren de intervenciones quirúrgicas, además del costo elevado, tienen el inconveniente de provocar dolor y aumento del manejo en el postoperatorio, siendo común que termine el animal con frustraciones y pérdida de la libido (44,52).

La utilización de animales marcadores como apoyo en la detección de calores ha demostrado una efectividad variable, Williamson (55) y Lauderdale (33) encontraron del 98 al 100% de los calores, utilizando este método, mientras que Foote (13) sólo detectó 87%. Cal (9) obtuvo con este método una eficiencia del 72% y al combinarlo con la observación visual directa tres veces al día, la efectividad aumentó a 93.1%.

2.- El Detector de monta.- Este es un dispositivo colocado en la grupa, que al ejercerse presión sobre él al ser montada la vaca, se rompe y libera un colorante, tiñendo la grupa de la vaca en calor. Entre los detectores de monta más utilizados está el Kamar en Estados Unidos y el Celodetex en Argentina (52). Los detectores de monta tienen la desventaja de que fácilmente se despegan y se rompan al haber contacto entre los animales. Se ha reportado una eficiencia de entre el 72 y el 98% con este tipo de dispositivos (3,5,40,42,46,55). La técnica de pintar el maslo

de la cola también se utiliza en la detección de calores, al ser montada la vaca en estro la pintura se dispersa en la zona y el pelo permanece erizado. Con esta técnica se han detectado hasta el 80% de estros (12).

3.- La palpación rectal.- Esta técnica ha demostrado tener mucha utilidad para predecir el próximo estro. Se ha establecido que alrededor del 90% de las vacas reportadas por los ganaderos en anestro en realidad han ciclado. En un estudio utilizando la palpación rectal, Zemjanis *et al.* (57) localizaron el 78.5% de las vacas próximas al celo y el 69.1% de éstas resultaron gestantes. Ortiz *et al.* (45) demostraron que la eficiencia en la detección de estros en vacas sincronizadas con prostaglandinas aumenta notablemente si a la observación visual se añade la palpación rectal de las vacas 80 horas después de la inyección para detectar signos genitales de estro.

4.- Medición de la actividad física mediante el podómetro.- Es un método basado en el aumento de actividad física que se produce durante el estro. Para medir dicha actividad se utiliza el podómetro, el cual se coloca a la altura del menudillo para registrar el número de pasos dados por el animal. La actividad física cambia lentamente durante los tres días previos al estro, en las vacas en estro la actividad se incrementa entre 225 y 393% en relación a aquellas vacas que no están en celo (35). Kiddy (29) midió con podómetro la actividad diaria y pudo detectar un 96% de vacas en calor, mientras que visualmente sólo detectó 76%. En otro estudio Lewis (35) sólo pudo detectar el 74% de los animales en estro basándose en la medición de actividad física.

5.- Perros entrenados para detectar vacas en celo.-

Experimentos muy estrictos han sido realizados para evaluar la habilidad de perros entrenados para detectar vacas en estro. Kiddy (28) en un estudio utilizando vacas en estro y en diestro, las cuales fueron usadas repetidas veces en sesiones sucesivas frente a perros con previa experiencia olfatoria para detectar vacas en estro, tuvo una correcta detección del 87.3%, cercano al 87.4% obtenido por Hurnik *et al.* (26). En otra investigación de Kiddy (30), evaluando la eficiencia de los perros ante fluidos vulvares, vaginales, orina, leche y plasma sanguíneo de vacas en estro, obtuvo en promedio una eficiencia del 94.8%. Evaluando la respuesta de los perros ante las muestras de leche de vacas en estro, Hawk (24) encontró el 83% de los animales que estaban en celo.

6.- La sincronización de estros.- La sincronización de estros con prostaglandinas ha tenido gran auge, debido a su comprobada acción luteolítica (45) y subsecuente retorno a estro en un período de 48 a 96 hrs. cuando son administradas entre el día 5 al 16 del ciclo estral (33,52,56), teniendo una eficiencia en la detección de calores entre el 57 y 69% (2,53,56), la cual se puede aumentar notablemente mediante palpación rectal programada después de la inyección (45).

7.- Métodos basados en la medición de cambios fisiológicos.- Existen otros métodos de detección basados en la medición de los cambios fisiológicos importantes que ocurren durante la fase folicular del ciclo estral en el ganado bovino lechero, estos cambios aunque son representativos del estro, tienen la desventaja de requerir técnicas imprácticas y costosas para su determinación (13,35).

Uno de éstos métodos consiste en la medición de la

resistencia eléctrica del moco cervical, la cual baja al momento del estro. Los porcentajes de concepción encontrados fueron de 66.66%, 50.84%, 33.3% y 20% respectivamente cuando al momento del servicio había lecturas de 20-25, 26-30, 31-35 y 36 ohms. (7). Otra evaluación que se puede hacer en el moco cervicovaginal es la medición del pH, ya que se ha visto que durante el diestro existen de 6.86 a 6.98 unidades de pH, mientras que al final del estro hay 6.45 unidades (55). Diferentes resultados se obtuvieron en otro estudio, pues se encontró el pH vaginal más alto (7.41) aproximadamente seis días anteriores al estro y el más bajo (7.32) en el día del estro. Después del estro el pH se vio incrementado en los próximos 14 a 15 días (35).

También se ha utilizado la determinación de la temperatura vaginal; la más baja (37.74°C) se encontró el día anterior al estro y tendió a incrementarse en 0.1°C en el día del estro. La temperatura vaginal se incrementó los próximos días, cambió poco durante el diestro y declinó hasta estabilizarse por el día siete hasta un día antes del estro (35).

La citología vaginal es otro método que ayuda a apreciar los cambios morfológicos del epitelio vaginal en las diferentes etapas del ciclo estral, pudiendo determinarse el momento del estro (13).

Ha llegado a tal grado la necesidad de mejorar la eficiencia de los sistemas de detección de estros, que los estudiosos del problema han medido las pulsaciones cardiacas cerca del estro. La frecuencia cardiaca (pulsaciones/min.) fue variable alrededor del ciclo estral, pero aparentemente tuvo la menor frecuencia (81.4) en el día del estro. Después del estro la frecuencia cardiaca se incrementó al máximo (84.7) en

el día tres del ciclo estral, declinando en los días 9 o 10, incrementándose en los próximos 5 días, luego declinando hasta el estro (35).

Por otro lado, tratando de aprovechar las manifestaciones externas de las vacas próximas al celo, se ha visto que la producción láctea diaria declina ligeramente desde un día antes del estro hasta dos días después del mismo (35,39). No se trata de un signo confiable por estar la producción de leche afectada por muchos otros factores (9).

8.- Determinación de los niveles de progesterona .- Los métodos mencionados en el inciso anterior son realmente determinaciones indirectas de los cambios hormonales que ocurren durante el ciclo estral. Es posible aumentar la eficiencia si se recurre a la medición directa de los niveles hormonales circulantes, una de las hormonas que mejor indica el estado del ciclo estral es la progesterona.

La progesterona (P4) secretada por el cuerpo lúteo inhibe el comportamiento de estro (25,39,56) y por eso la vaca no mostrará celo mientras existan niveles elevados de progesterona aún cuando en sus ovarios existan folículos productores de estrógenos (56). Al producirse la regresión del cuerpo lúteo bajan los niveles de progesterona en sangre, retirándose el efecto inhibitorio que esta hormona ejercía sobre la hipófisis (11,21,56). Esto permite que el folículo que esté presente en los ovarios en ese momento, sea estimulado por los niveles crecientes de gonadotropinas, pudiendo continuar su desarrollo hasta que el animal manifieste conducta de estro (39,56).

Se sabe que la concentración de progesterona plasmática durante la fase folicular del ciclo estral es menor a 1

nanogramo/ml (10,34,48), incrementándose con la maduración del cuerpo lúteo para alcanzar sus niveles máximos de 6-10 ng/ml entre el día 14 y 15 del ciclo estral (10,16). En el día 17 los niveles sanguíneos de progesterona caen abruptamente hasta alcanzar los niveles correspondientes a la fase folicular (23).

A lo anteriormente mencionado se debe que la medición de la progesterona en plasma y leche sea uno de los métodos registrados en la literatura para precisar el momento del estro y así poder evaluar la exactitud con que realizan la detección de estros (4,17,38,43).

Se ha determinado que sólo el 80% de las vacas se inseminan cuando los niveles bajos de P4 indican que el animal realmente estaba en estro (1). Urquiza (1984), reporta que se obtuvo un porcentaje de fertilidad de 0.0% en 28 vacas que supuestamente se encontraban en celo pero que tenían niveles séricos elevados de progesterona al ser inseminadas, mientras que en 49 vacas observadas en estro y con niveles bajos de dicha hormona, la fertilidad fué de 61% (51).

Oltner y Edqvist (43) midieron los niveles de progesterona en leche durante la inseminación artificial en 1883 animales divididos en tres grupos:

El primer grupo formado por 1038 vacas sin anomalías reproductivas, de las cuales 996 (96%) presentaron niveles de progesterona de 0.00-0.50 ng/ml. al momento de la inseminación artificial, resultando el 50.40% de las vacas gestantes, mientras que en 42 vacas (4.0%) con niveles de progesterona de 0.51-2.47 ng/ml., la fertilidad fué del 0.0 %.

Un segundo grupo fue integrado por 460 vacas de granjas con resultados de preñez más bajos al promedio. En 426 vacas

(92.60%) con niveles de P4 de 0.00-0.50 ng/ml. al momento de la inseminación artificial la fertilidad fué de 43.42%, sin embargo en 34 vacas (7.44%) con niveles de P4 de 0.51-2.47 ng/ml., la fertilidad fue de 0.0 %.

Para el tercer grupo se utilizaron 385 vacas que incluían vacas repetidoras, vacas con estro silencioso, vacas con calores irregulares y de periodos de calor muy largo. De estas vacas, 314 (81.5%) tuvieron niveles de P4 de 0.00-0.50 ng/ml. y su fertilidad fué de 39.49%, mientras que de 71 vacas (18.44%) con niveles de P4 de 0.51-2.47 ng/ml., solamente una vaca (1.4%) resultó preñada.

De lo anterior surge la inquietud de utilizar la medición de P4 como un método para evaluar la exactitud de la detección de estros, puesto que al encontrar niveles elevados de progesterona al momento de la I.A. la fertilidad se ve disminuida, lo que repercute directamente en la economía de las explotaciones lecheras (4,10,17,23,34,39,43,48).

I. I. I. MATERIAL Y METODOS.

I. I. I. I. LOCALIZACION.

El presente estudio se realizó en el Centro de Recría del Complejo Agropecuario e Industrial de Tizayuca, Hidalgo (CAIT), que se encuentra situado en el Km. 50 de la carretera federal 85 (límite norte del área urbana de la Ciudad de México). Su localización por coordenadas geográficas es de 19° 50' A. y 98° 58' L. El clima de la región es típico del altiplano mexicano y sus principales características son: Tipo de clima (Cwo) b(e) g, que es el más seco de los subhúmedos; Temperatura media anual 14.9°C; Precipitación pluvial anual de 600.5 mm., la temporada de lluvias es en verano (15).

I. I. I. I. 2. MANEJO DE LOS ANIMALES.

El Centro de Recría de Tizayuca Hidalgo, cuenta con una capacidad para mantener 14,000 terneras, distribuidas en cuatro etapas de crianza:

Etapas de Lactancia. - En este período, permanecen las becerras durante 42 días.

Etapas de Desarrollo I. - Comprende el postdestete y el desarrollo en sí hasta aproximadamente los 180 días.

Etapas de Desarrollo II. - Comprende un período de 170 días (En esta etapa se ubica el presente estudio).

Etapas de Desarrollo III (Gestación). - Aquí permanecen 6 meses.

Dentro de las diferentes actividades reproductivas que se realizan en la etapa de Desarrollo II, una de ellas es la selección de los animales que hayan alcanzado un peso de 330

Kg., momento al que ingresan al programa reproductivo. Aquellas vaquillas que alcanzaron el peso, son distribuidas en varios corrales, en donde se realiza la detección de calores en forma visual y continua las 24 hrs. del día.

La detección de calores se lleva a cabo por el personal encargado, integrado de la siguiente manera; dos celadores (A y B), además de tres veladores (C, D y E) y un vaquero (F). La detección de calores se realiza conforme a la siguiente distribución de horarios: celadores de 6:00 a 18:00 hrs., veladores de 18:00 a 6:00 hrs. y el vaquero de 10:00 a 16:00 hrs. El personal encargado en la detección de calores toma en consideración los signos más comunes del estro, como: cambios del comportamiento (pérdida del apetito, bramidos insistentes, paseos de un lado a otro, mirada inquieta y otros.). Sin embargo los signos más importantes en los que se apoyan al elegir una vaquilla en estro es cuando montan y/o se dejan montar, tienen la vulva congestionada y secreciones de moco claro por la vulva.

La Inseminación Artificial (I.A.), se lleva a cabo bajo el siguiente criterio, vaquillas detectadas en la tarde se inseminan a las 6:00hrs. del día siguiente y las detectadas en la mañana se inseminan a las 18:00hrs. del mismo día (sistema AM-PM y PM-AM). Antes de la I.A. se verifica el diagnóstico de estro a través del examen rectal, determinando las condiciones del tono uterino y el tipo de secreción vaginal. Esta revisión la realiza el técnico inseminador en las vaquillas de primero o segundo servicio, mientras que las vaquillas con más de dos servicios son revisadas por el M.V.Z.

1.1.1.3 DISEÑO EXPERIMENTAL.

Antes de comenzar el trabajo se realizó un estudio preliminar para conocer la concentración de progesterona en cada día del ciclo estral de 5 vaquillas, con el objeto de usar los resultados como referencia. Para ello se seleccionaron 5 vaquillas, previamente observadas en estro, las cuales se palparon para verificar que no tuvieran ninguna alteración patológica del aparato reproductor y verificar que estuvieran en estro. Las vaquillas no fueron servidas y se tomaron muestras de sangre diariamente durante 27 días comenzando con la fecha del estro. Para la toma de muestras se utilizaron tubos al vacío heparinizados. Todas las colecciones se realizaron entre 11 y 12 a.m.. Las muestras se centrifugaron durante 10 min. a 3500 rpm para obtener el plasma, el cual se colocó en tubos de poliestireno etiquetados e identificados, los que se almacenaron y conservaron en congelación a menos 20 grados centígrados hasta el momento que fueron analizadas por el método de radioinmunoanálisis descrito por Jiménez (27) para la determinación de progesterona (P4), en el Laboratorio de Endocrinología del Departamento de Reproducción de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (U.N.A.M.).

El trabajo de investigación propiamente dicho consistió en determinar la eficiencia y precisión en la detección de estros por parte del personal a través de la medición de los niveles plasmáticos de progesterona al momento de la I.A.. Para hacer esto, se tomó una muestra de sangre en el momento en que los animales detectados en estro por el personal y confirmados mediante la palpación por el técnico o el veterinario fueron

inseminados. Esta toma de muestras se continuó hasta tener datos de 282 inseminaciones. La toma, conservación y procesamiento de las muestras sanguíneas para la determinación de progesterona (P4) se realizó de la misma forma que para las muestras del estudio preliminar. A cada animal se le abrió un registro en el que se anotó, el número de arete, hora de aparición del calor, hora de inseminación, concentración de progesterona encontrada al momento de la I.A. y el resultado obtenido al diagnóstico de gestación, el cual se realizó mediante palpación rectal a los 45 días después de la I.A..

La Eficiencia en la detección de estros (E.D.E.), se determinó calculando la relación entre el número de vaquillas que se detectaron en calor durante un periodo de 21 días y el número posible de vaquillas elegibles para mostrar el estro durante ese periodo, considerandose como elegibles a las vaquillas vacías, con un peso aproximado de 330 kg o más, que no estuvieran recién inseminadas, en espera del diagnóstico de gestación y que no tuvieran alguna alteración patológica y/o estuvieran enfermas.

La precisión en la detección de estros por medio de la observación visual (P.O.V.), se calculó por medio de la siguiente fórmula :

$$P.O.V. = \frac{\text{Número total de animales observados en estro.}}{\text{Número de animales observados en estro pero descartados después del examen rectal.}} \times 100$$

Número animales observados en estro

La precisión de la detección de estros mediante la palpación rectal (P.P.R.) se calculó de la siguiente forma:

$$P.P.R. = \frac{\text{Número de animales considerados en estro al examen rectal}}{\text{Número de animales descartados en estro después de la medición de P4.}} \times 100$$

Número de animales considerados en estro al examen rectal.

La precisión total (P.T.) se define como:

$$P.T. = \frac{\text{Número de animales observados en estro.} \quad \text{Número de animales descartados a la palpación rectal.} \quad \text{Número de animales descartados al medir la progesterona.}}{\text{Número de animales observados en estro}} \times 100$$

I.J.I.4. ANALISIS ESTADISTICO.

El análisis de los resultados obtenidos se realizó mediante estadística descriptiva y la prueba de chi-cuadrada, según la técnica descrita por Steel y Torrie (50).

IV. RESULTADOS

IV.1. ESTUDIO PRELIMINAR

Los valores diarios del análisis de muestras de plasma sanguíneo para la determinación de progesterona (P4) durante el ciclo estral de cinco vaquillas Holstein, se muestran en las figuras 1 a 5, mientras que en la figura 6 se encuentran los valores promedio de las cinco vaquillas.

Es importante mencionar que la duración del ciclo estral en las cinco vaquillas estudiadas se mantuvo entre 20 y 24 días (22 ± 1.35 día). Tomando en consideración la figura No. 6 donde se muestran los valores promedio de las cinco vaquillas se encontró que en el primer estro del ciclo (estro = día 0) la concentración promedio de P4 plasmática fue de 0.29 ± 0.17 ng/ml, mientras que en el siguiente estro la concentración de P4 fue de $.11 \pm 0.06$ ng/ml. Al determinar la concentración de P4 durante los 10 estros observados, se obtuvo que el promedio de esta hormona durante el estro fue de $.20 \pm 0.16$ ng/ml. A partir del día 4 después del estro se observó un incremento gradual de los niveles de P4, alcanzándose para el día 9 un valor promedio de 5.34 ± 1.31 ng/ml, nivel que se mantuvo aproximadamente hasta el día 17 del ciclo. A partir del día 17 los niveles de progesterona plasmática cayeron precipitadamente hasta el siguiente estro. El pico de la progesterona ocurrió en promedio el día 14 del ciclo, encontrándose niveles de 7.24 ± 1.96 ng/ml.

Cabe señalar que la vaquilla # 1532, que presentó el ciclo estral más largo (24 días), tuvo la concentración de P4 más alta en los días 20 y 21 del ciclo, provocando un incremento notable sobre el promedio de la progesterona en la demás

vaquillas.

IV.2. EVALUACION DE LA EFICIENCIA Y DE LA PRECISION EN LA DETECCION DE ESTROS.

Durante el periodo que comprendió este estudio se determinó el número de animales elegibles para mostrar estro, siendo este un total de 821 animales, de los cuales sólo se observaron 740, dando una eficiencia en la detección de estros del 90.1%.

De las 740 vaquillas observadas en calor por el personal encargado (celadores, veladores y vaquero), se tomó una muestra de 344 animales, de las cuales después del examen rectal por el técnico y M.V.Z. sólo 282 se consideraron en calor, dando de esta manera una precisión de la detección visual de estros del 81.9%.

De las 282 vaquillas consideradas en estro por el técnico y el M.V.Z. se encontró que 279 animales tenían niveles menores a 1 ng/ml en el momento de la I.A., lo que indica que dichos animales se encontraban realmente en estro, es decir sólo 3 animales tuvieron niveles mayores a 1 ng/ml, de tal manera que la precisión en la detección de estros mediante palpación rectal fue del 98.9%.

Con el fin de estimar la precisión total con que detectan los calores, se consideraron tanto a las 62 vaquillas descartadas por el examen rectal como a las 3 vaquillas descartadas mediante la medición de la P4, permitiendo de esta manera obtener una precisión total del 81.1%.

Por otra parte, cabe señalar que de las 344 vaquillas estudiadas, 202 (58.6%) fueron detectadas por los celadores, 136

(39.4%) por los veladores, mientras que el vaquero participó con 6 vaquillas (1.7%).

No se encontró diferencia en el número de animales detectados por el celador "A" con respecto a los animales detectados por el celador "B". Tampoco hubo diferencia al comparar a los 3 veladores entre sí. (Cuadro 1)

En cuanto a la evaluación de la precisión en la detección de estros no se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($P > 0.05$) entre los miembros del personal (Cuadro 1).

En el cuadro 2 se muestran los resultados del análisis de progesterona encontrada durante la I.A. de los 282 animales seleccionados. En dicho cuadro se distribuyeron los resultados obtenidos en 6 intervalos. Solo en tres vaquillas se encontraron niveles de P4 mayores a 1 ng/ml y en las 279 restantes una concentración promedio de $.42 \pm .16$ ng/ml.

Al determinar el porcentaje de concepciones en el grupo de las 282 vaquillas que se inseminaron, se obtuvo el 49.65% (140/282) de gestaciones diagnosticadas a los 45 días postinseminación.

En el cuadro 3 se muestran los diferentes tiempos transcurridos desde la detección de estro hasta la inseminación. En este cuadro se puede apreciar que el 91.49% de las vaquillas se inseminaron dentro de las 18.00 hrs. después de haber sido detectadas en calor, mientras que el 7.80% de los animales se inseminaron entre 18.00 y 23.59 hrs. después de iniciado el estro. La mejor fertilidad (52.05%) se obtuvo cuando el tiempo de inseminación permaneció entre 6.00 hrs. y 11.59 hrs..

No se encontró diferencia estadísticamente significativa en

los porcentajes de concepción encontrados al inseminar a diferentes intervalos ($P > 0.05$).

V. DISCUSION.

La longitud de los ciclos estrales de las 5 vaquillas utilizadas para la determinación de los perfiles de progesterona fue de 20-24 días, lo que concuerda con los valores presentados por otros autores (37,39). Esto indica que los ciclos de estas vaquillas fueron normales y por lo tanto los valores obtenidos pueden utilizarse como referencia para determinar los valores de progesterona que se deben encontrar durante el estro y cuales valores definitivamente no corresponden a la etapa de estro. A este respecto, son evidentes las bajas concentraciones de esta hormona durante el estro y los primeros tres días posteriores al mismo. Durante éstos cuatro días los niveles se mantienen por debajo de los 0.5 ng/ml, por lo que una vaquilla que realmente esté en estro debe tener niveles bajos de P4 al momento de la inseminación. En cambio, en las cinco vaquillas estudiadas los niveles de P4 a partir del día 4 son superiores a 1 ng/ml, manteniéndose elevados hasta el día 18-20 post-estro. Lo que concuerda con lo encontrado por Dobson *et al.* (10), Garrick *et al.* (16), Hansel (22), Lemon *et al.* (34) y Shams *et al.* (48), quienes mencionan que a partir del día 4 del ciclo, debido al creciente desarrollo del cuerpo lúteo, se observa un incremento constante de la concentración de progesterona hasta el día 10 del ciclo. Esto indica que cualquier vaquilla que tenga niveles superiores a 1 ng/ml al ser inseminada se encuentra en la fase lútea del ciclo y por lo tanto no puede estar en estro y no debiera haber sido inseminada. Es importante reconocer que las concentraciones de progesterona durante los días 0,1,2 y 3 son muy similares entre si, por lo que practicamente no es posible

establecer una diferencia entre ellas. Esto indica que con el método utilizado en este estudio para calcular la precisión en la detección de estros puede sobre estimarse dicha precisión, ya que las vaquillas que sean inseminadas en los días 1,2 o 3 del ciclo serán erroneamente clasificadas como aciertos en la detección de estros por tener niveles de P4 compatibles con los de las vaquillas en estro.

740 de los 821 animales elegibles para presentar estro en un periodo de 21 días fueron detectados en estro, lo que indica una eficiencia en la detección del 90.1%. Este porcentaje es inferior a la eficiencia encontrada por otros autores al realizar observación continua de estros las 24 horas del día (33,36,55). Sin embargo, es necesario destacar que dichos trabajos fueron realizados bajo condiciones experimentales muy diferentes, con pocos animales y durante un tiempo limitado, por lo que no se pueden comparar con los resultados de la explotación evaluada en el presente estudio, donde la detección de estros se efectúa bajo condiciones reales, en una población de más de 5000 animales y durante los 365 días del año.

Es necesario tomar en cuenta que en cualquier explotación puede haber un 5% de estros silenciosos, debidos a una ausencia real de conducta del animal en estro (6,8,39). Esto implicaría que las fallas en la detección de calores en este estudio fueron del 4.9%. Lo cual indica que la eficiencia en la detección de estros fue muy buena, sobre todo si se toma en cuenta el tamaño de la explotación. Esto indica la ventaja que se obtiene con la detección continua de estros bajo condiciones de rutina, que se compara muy favorablemente con la eficiencia de 50 o 60% en la detección de estros que se ha encontrado en México en

explotaciones en donde la detección de estros se realiza dos veces al día (45,56) y que coinciden con lo encontrado en otros países (3,5,29,40). Estas fallas para detectar un animal en estro se deben principalmente, según Cal (9) y Lubos (37), al tiempo tan reducido que tiene el trabajador para identificar al animal en su etapa de receptividad , ya que durante el estro una vaca es montada en promedio 27 veces, durando cada monta 5 segundos, por lo que el animal solo muestra conducta de estro durante un total de 2 minutos, los cuales pueden coincidir con períodos en los que el personal encargado de la detección de estros no está mirando en la dirección en la que está ocurriendo la acción. Además, Cabello (8) comenta que otro factor importante es el mal entendimiento de la gran variedad de los signos de estro, resultado de una deficiente o nula capacitación, además del poco interés del trabajador por detectar estros cuando no existen incentivos económicos.

Como ya se ha mencionado con anterioridad, de los 740 animales detectados en calor por el personal encargado se tomó una muestra de 344, de los cuales 282 (81.9%) se confirmaron en estro por el examen rectal efectuado por el M.V.Z y el técnico, es decir que 18.1% (62 vaquillas) aunque fueron reportados en estro no lo estaban , debido posiblemente a que el personal en ocasiones reporta animales que han mostrado signos sugestivos de estro aunque no se hayan dejado montar por otras vacas.

El 98.9% de las 282 vaquillas que fueron consideradas en celo después del examen rectal tuvieron niveles basales de progesterona, lo que indica que la palpación rectal previa a la inseminación es un instrumento sumamente útil y confiable para depurar el grupo de animales que se van a inseminar, ya que

solamente el 1.1% de las vaquillas fueron inseminadas erróneamente, mientras que el 19.0% se hubieran inseminado sin estar en estro si la inseminación se hubiera realizado exclusivamente en base a la detección visual de estros. Conociendo la muestra de los animales detectados en estro y los descartados como tales por los métodos mencionados, el Centro de Recría evaluado obtuvo una precisión en la detección de estros del 81.1% (279/344), superior en el 1.1% a lo establecido en la literatura si se considera que bajo un sistema de observación continuo se detectan en calor el 100% de los animales, pero de los cuales Appleyard (1) ha encontrado que 20% de estos se reportan en calor cuando presentan niveles altos de progesterona, lo que da una precisión del 80% en la mayoría de las explotaciones lecheras.

En cuanto a la capacidad para la detección de estros del personal encargado no existieron diferencias en los porcentajes de animales detectados tanto entre los celadores como entre los veladores, de la misma forma ocurrió al comparar los porcentajes de precisión, indicando de esta manera que la habilidad del personal para realizar esta actividad es muy homogénea.

Por otra parte, el 49.65% de las 282 vaquillas inseminadas resultaron positivas al diagnóstico de gestación, sin embargo esta muestra incluía animales con diferente número de servicios. Al calcular el porcentaje de concepción en los 157 animales de primer servicio del grupo antes mencionado se encontró un 54.7% que coincide con el 50-55% encontrado por Morrow (42).

En cuanto a la relación entre los niveles de progesterona al momento de la inseminación y la fertilidad, se encontró que la concentración de P4 durante la inseminación artificial no

fué diferente entre aquellas vaquillas que resultaron gestantes y las que resultaron vacías. El hecho de que un animal tenga niveles de progesterona menores a 1 ng/ml no quiere decir que tenga el 100% de probabilidad de quedar preñada ya que la fertilidad esta influenciada por otros factores , tales como el tiempo de inseminación, la habilidad del técnico inseminador, el manejo del semen y la calidad del mismo (4,17,23,32,34,38,43,47). El 99.29% (139) de las vaquillas fértiles tuvieron niveles de progesterona menores a 1 ng/ml al momento de la I.A., difiriendo considerablemente del patrón normal una vaquilla (.71%) que resultó gestante al ser inseminada con una concentración de 1.95 ng/ml. Este resultado difiere a lo obtenido por Dltner y Edqvist (43), donde el 100% de las vaquillas inseminadas con niveles indicadores de actividad lútea resultaron infértiles, sin embargo, Lamming y Bulman (32) de 4 vaquillas que inseminaron con niveles altos de progesterona, tres de ellas fueron positivas al diagnóstico de gestación. Estos casos de vaquillas que quedan gestantes aunque en la muestra tomada al momento de la I.A. se encuentren niveles elevados de P4 pueden posiblemente explicarse como errores en la identificación de la muestra o errores en el laboratorio.

Se concluye que en explotaciones grandes como la evaluada en el presente trabajo se puede lograr una muy buena eficiencia en la detección de estros si se cuenta con personal debidamente entrenado que realice observación visual en forma continua las 24 hrs. del día. La precisión lograda con la detección visual de estros (81.9%) puede mejorarse considerablemente (98.9%) mediante la depuración por palpación rectal del grupo de vaquillas detectadas por observación visual.

De lo anterior se desprende que la palpación rectal de cada animal antes de proceder a su inseminación es una práctica que se debe realizar rutinariamente para evitar la inseminación de animales que no estén en estro.

VI. LITERATURA CITADA

1. Appleyard, W.T. and Cook, B.: The detection of oestrus in dairy cattle. Vet. Rec., 77:253-256 (1976).
2. Arriola, J. y Morán, D.E.: Tratamiento del anestro en el ganado bovino lechero y fertilidad subsecuente a la administración de prostaglandina F2 alfa. Vet. Mex., 10:1-12 (1979).
3. Baker, A.A.: Comparison of heat mount detectors and classical methods for detecting heat in beef cattle. Aus. Vet. J., 41:360-361 (1965).
4. Ball, J.H.F. and Jackson, N.W.: The fertility of dairy cows inseminated on the basis of milk progesterone measurements. Br. Vet. J., 135:537-540 (1979).
5. Boyd, H. and Hignett, P.G.: A device for the detection of oestrus in cattle. Vet. Rec., 83:2-3 (1968).
6. Broadway, J.L.: Optimum time for artificial insemination of the bovine species at various times of the year. M.S., Thesis. Texas A. and M. University, College Station, Texas. College Station (1973).
7. Bustamante, G., García, A. y Ramírez, U.: Diagnóstico de gestación temprana en bovinos mediante la determinación de la resistencia eléctrica de las secreciones cervico vaginales y niveles séricos de progesterona. Proceedings of the 10th International Congress on Animal Reproduction and Artificial Insemination. Illinois. 1984. U. University of Illinois. Urbana-Champaign. (1984).
8. Cabello, F.E. y Martínez, C.S.: Manual de operaciones de un hato lechero. Laboratorios Sanfer. México, D.F., 1984.
9. Cal, G.L.: Algunos comentarios sobre la detección del calor en ganado bovino. Gas. Vet., 32:26-31 (1980).
10. Dobson, H., Hopkinson, C.R.N. and Word, W.R.: Progesterone, 17-beta oestradiol and LH in relation to ovulation in cows. Vet. Rec., 93:76 (1973).
11. Dobson, H.: Plasma gonadotrophins and oestradiol during oestrus in the cow. J. Reprod. Fert., 52:51-53 (1978).
12. Ducker, M.J.: Evaluation of tail paint as an aid or alternative to oestrus detection. Anim. Breed. Abstr., 52:62 (1984).
13. Foote, R.H.: Estrus detection and estrus detection aids. J. Dairy Sci., 58:248-256 (1974).
14. Galina, C.S. y Calderón, A.: Detección de signos de estro en el ganado Charolais y su cruce con ganado Brahman bajo

- observación continua. Resúmenes de la VIII Reunión de A.L.P.A. Santo Domingo, República Dominicana 1981. F-13. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Santo Domingo, República Dominicana (1981).
15. García, E.: Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1973.
 16. Garrerick, H.A., Erb, R.E. and Callahan, C.J.: Hormone levels during the bovine oestrus cycle. J. Anim. Sci., 31:222 (1970).
 17. Gunzler, D., Rattenberger, E. and Kargt, H.: Milk progesterone determination as applied to the confirmation of oestrus the detection of cycling and as an aid to veterinarian and biotechnical measures in cows. Br. Vet. J., 135:541-549 (1979).
 18. Habich, G.E.: Detección de celos por toros vasectomizados en vacas A. Angus primíparas no inseminadas. Sac. Vet., 40:403-408 (1978).
 19. Hafez, E.S.E.: The Behaviour of Domestic Animals. Bailliere Tindall, Baltimore. 1975.
 20. Hafs, H.D. and Mennos, J.G.: Onset of oestrus and fertility of dairy heifers and suckled breed cows treated with prostaglandin F2 alpha. Anim. Prod., 21:13-30 (1975).
 21. Hansel, W., and Snook, R.B.: Pituitary ovarian relationships in the cow. J. Dairy Sci., 53:945-961 (1970).
 22. Hansel, W.: Control of ovarian function in domestic animals. Am. Zoologist, 12:225-243 (1972).
 23. Haper, H.J., and Waltson, J.S.: Plasma concentrations of progesterone and luteinizing hormone during the estrous cycle and early pregnancy in Holstein heifers. Proceedings of the 10th International Congress on Animal Reproduction and Artificial Insemination. Illinois. 1984. 87. University of Illinois. Urbana-Champaign. 2:87 (1984).
 24. Hawk, H.W.: Estrus related odors in milk detected by trained dogs. J. Dairy Sci., 67:392-397 (1984).
 25. Henricks, A.M. and Mayer, D.T.: Gonadal hormones and uterine factors. In: Reproduction in Domestic Animals. Edited by: Cole H.H. and Cupps, P.T., 79-117 Academic Press, New York., 1977.
 26. Hurnik, J.F., King, G.J. and Robertson, H.A.: Estrus and related behaviour in postpartum Holstein cows. Appl. Anim. Ethol., 2:55-68 (1975).
 27. Jimenez, F., Galina, C.S., Ramirez, B. and Navarro-Fierro, R.: Comparative study of concentrations of peripheral

progesterone before and after PGF2 alfa injection between *Bos taurus* (Brown Swiss) and *Bos indicus* (Indobrazil) in the tropics. *Anim. Reprod. Sci.*, **9**: 333-339 (1985).

28. Kiddy, C.A.: Detection of estrus-related odors in cows by trained dogs. *Biol. Reprod.*, **19**:389-395 (1978).
29. Kiddy, C.A.: Variation in physical activity as indication of estrus in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **60**:235-242 (1979).
30. Kiddy, C.A.: Estrus-related odors in body fluids of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **67**:388-391 (1984).
31. King, G.J., Hurnik, F. and Robertson, H.A.: Ovarian function and estrus in dairy cows during early lactation. *J. Anim. Sci.*, **42**:688-692 (1976).
32. Lamming, G. E. and Bulman D.C.: Milk progesterone levels in relation to conception, repeat breeding and factors influencing acyclicity in dairy cows. *J. Reprod. Fert.*, **54**:447-458 (1978).
33. Laurerdale, J.W.: Estrus detection and synchronization of dairy cattle in large herds. *J. Dairy Sci.*, **57**:348-354 (1974).
34. Lemon, M., Pelletier, J., Saumande, J., and Signoret, J.P.: Peripheral plasma concentration of progesterone, oestradiol-17 and luteinizing hormone around oestrus in the cow. *J. Reprod. Fert.*, **42**:137 (1975).
35. Lewis, G.S.: Changes throughout estrous cycle of variables that might indicate estrus in dairy cow. *J. Dairy Sci.*, **67**:146-152 (1984).
36. Lloyd, E.D.: The efficiency of several methods for detecting oestrus in cattle. *Aust. Vet. J.*, **44**:496-498 (1968).
37. Lubos, H.: *Biología de la Reproducción Bovina*. Ed. *Ciencia y Técnica*, Cuba, La Habana. 1969.
38. McCaughey, W.J. and Cooper, R.J.: An assessment by progesterone assay of the accuracy of oestrus detection in dairy cows. *Vet. Rec.*, **107**:508-510 (1980).
39. McDonald, L.E.: *Reproducción y Endocrinología Veterinarias*. 2ed. Ed. *Interamericana*, México, D.F., 1978.
40. Mills, A., Turner, J.W. and Vincent, C.K.: Methods of estrual detection in crossbreed cow. *J. Anim. Sci.*, **28**:146 (1969).
41. Morrow, D.A.: Postpartum ovarian activity and involution of the uterus and cervix in dairy cattle. *Vet. Scope*, **14**:2 (1969).

42. Morrow, D.A.: Current Therapy in Theriogenology. Saunders Company, Philadelphia, 1980.
43. Oltner, R. and Edqvist, L.E.: progesterone in defatted milk; its relation to insemination and pregnancy in normal cows as compared with cows on problem farms and individual problem animals. Br. Vet. J., 137:78-87 (1981).
44. Orihuela, T.J.A.: Conducta estral del ganado cebú. Tesis de maestría. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F., 1982.
45. Ortiz, G.O., Zarco, Q.L. y Suárez, L.: Estudio sobre los factores que afectan los resultados de la inducción de estros con PGF2 alfa. Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México /86. México, D.F., 1986. 117. SARH-UNAM. México, D.F. (1986).
46. Ostrowski, J. and Giudice, A.: Eficiencia de detectores mecánicos de celo a presión en hacienda lechera. Gac. Vet., 37:570-583 (1975).
47. Pope, G.S.: Use of progesterone concentrations in plasma and milk in the diagnosis of pregnancy in domestic cattle. Br. Vet. J., 132: 497-506 (1976).
48. Shams, D., Shallenberger, E., Hoffman, B. and Karg, H.: The oestrus cycle of the cow. Hormonal parameters and time relationships concerning oestrus, ovulation and electrical resistance of the vaginal mucus. Acta endocr., 86:180 (1977).
49. Sorensen, A.M.: Estrus detection in cattle. The South Western Veterinarian, 29:127-134 (1975).
50. Steel, D.G.R. and Torrie, H.J.: Principles and Procedures of Statistics. 2nd. ed. Mc Graw-Hill. Kogakusha. Tokyo, Japan, 1980.
51. Urquiza, G.R.: Efecto del primer servicio a diferentes intervalos postparto sobre la eficiencia reproductiva de vacas Holstein. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1984.
52. Vázquez, V.A.: Estudio comparativo de la acción de dos tipos de prostaglandinas y evaluación de un método de detección de signos de estro post-tratamiento en ganado Bos Taurus y Bos Indicus. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1983.
53. Villalobos, G.J.: Uso de las prostaglandinas en la fertilidad del ganado bovino lechero. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1977.

54. Williams, W.F.: Comparison of oestrus detection techniques in dairy heifers. J. Dairy Sci., 64:1738 (1981).
55. Williamson, N.B.: A study of oestrus behaviour and oestrus detection methods in a large commercial dairy herd. Vet. Rec., 91:50-58 (1972).
56. Zarco, Q.L., Moran, E. y Galina, C.S.: Influencia del desarrollo folicular sobre la respuesta al tratamiento con prostaglandina F2 alfa en ganado Holstein. Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México 1985. México, D.F. 1985. 185. SARH-UNAM. México, D.F. (1985).
57. Zemjanis, R., Fahning, M.L. and Scholtz, R.H.: Anestrus, the practitioners dilemma. Vet. Scope., 14:15 (1969).

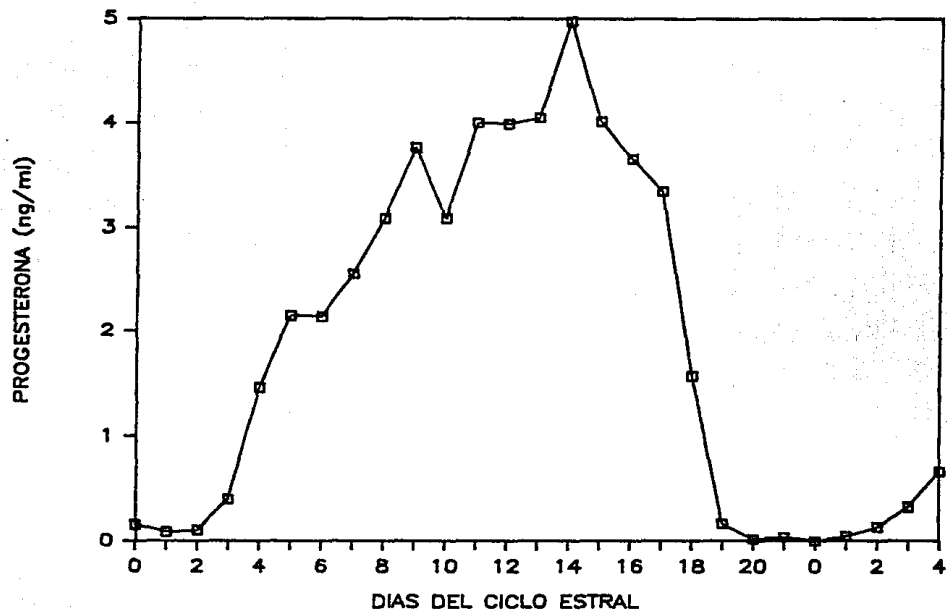


Fig. 1 . Niveles de progesterona en plasma durante el ciclo estral en la vaquilla.
No. 1271 (Estro = día 0).

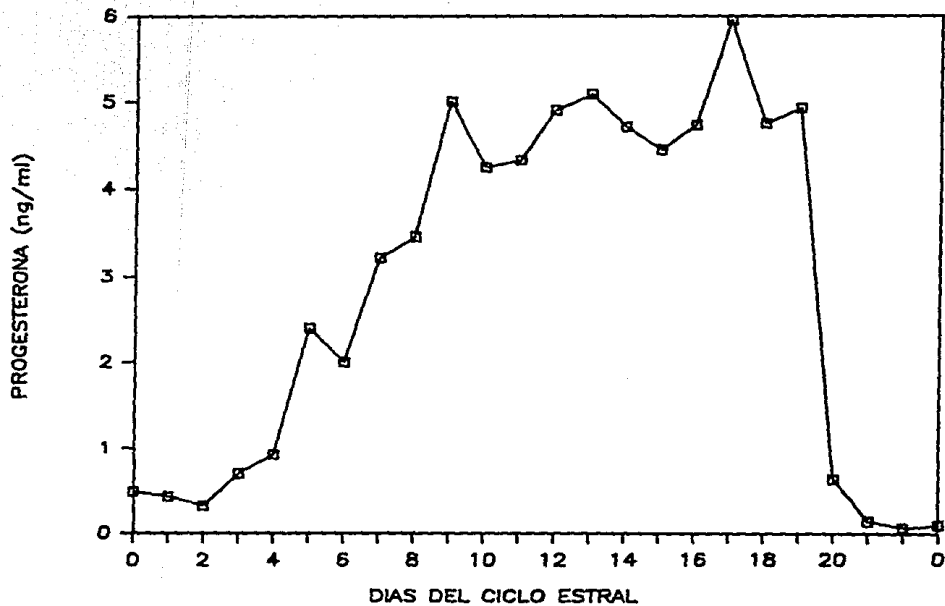


Fig. 2. Niveles de progesterona en plasma durante el ciclo estral en la vaquilla No. 1492 (Estro = día 0).

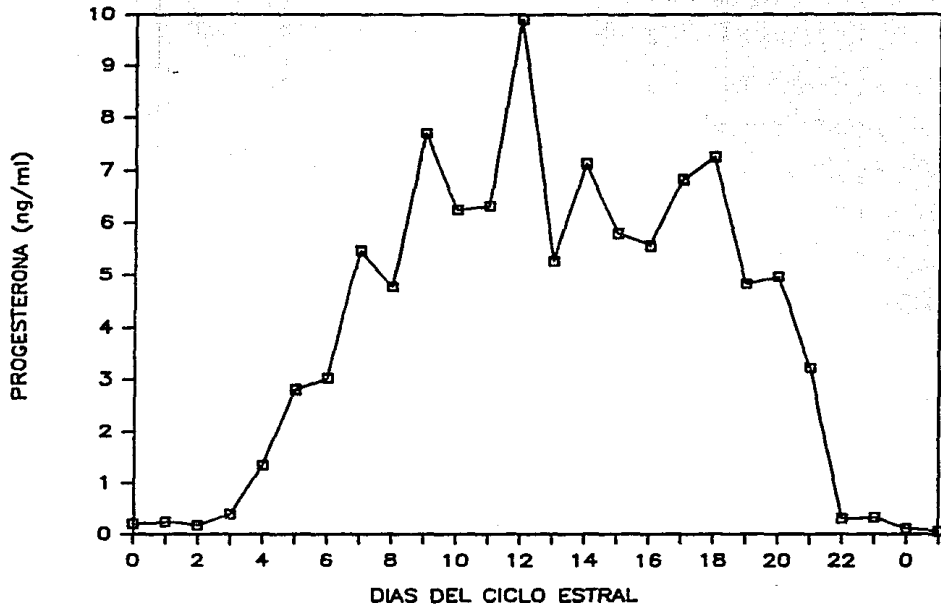


Fig. 3 . Niveles de progesterona en plasma durante el ciclo estral en la vaquilla No. 1532 (Estro = día 0).

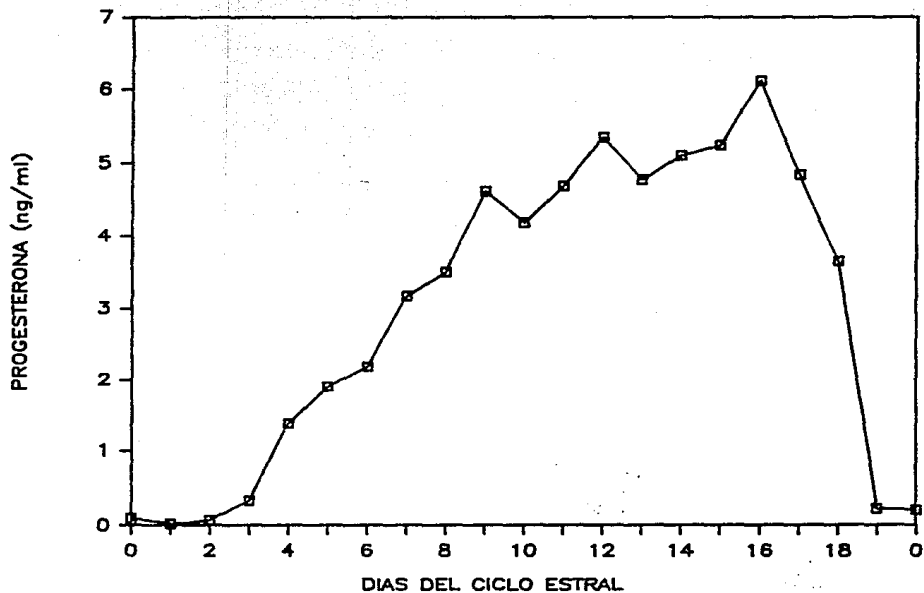


Fig. 4 . Niveles de progesterona en plasma durante el ciclo estral en la vacuilla No. 1568 (Estro = día 0).

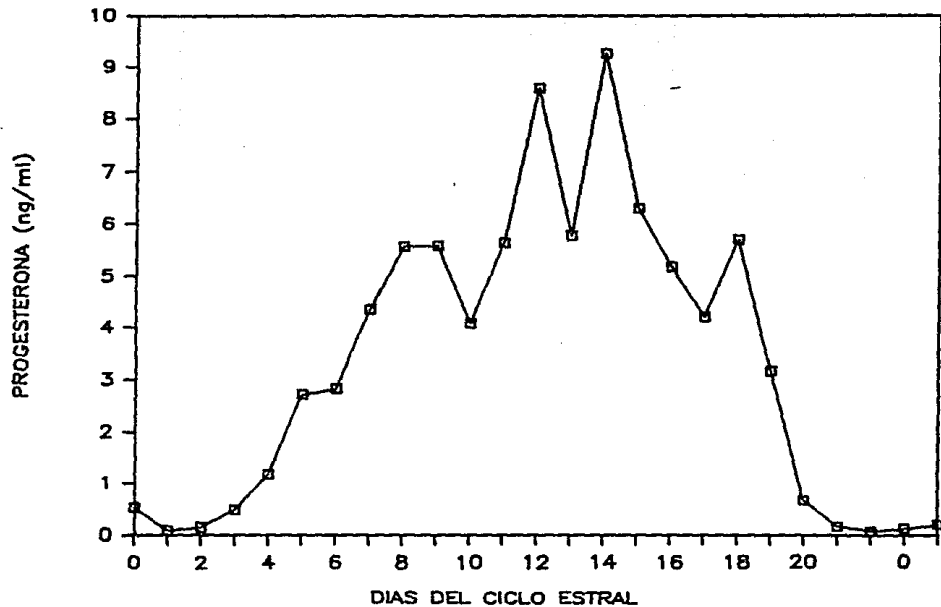


Fig. 5 . Niveles de progesterona en plasma durante el ciclo estral en la vaquilla No. 1742 (Estro = día 0).

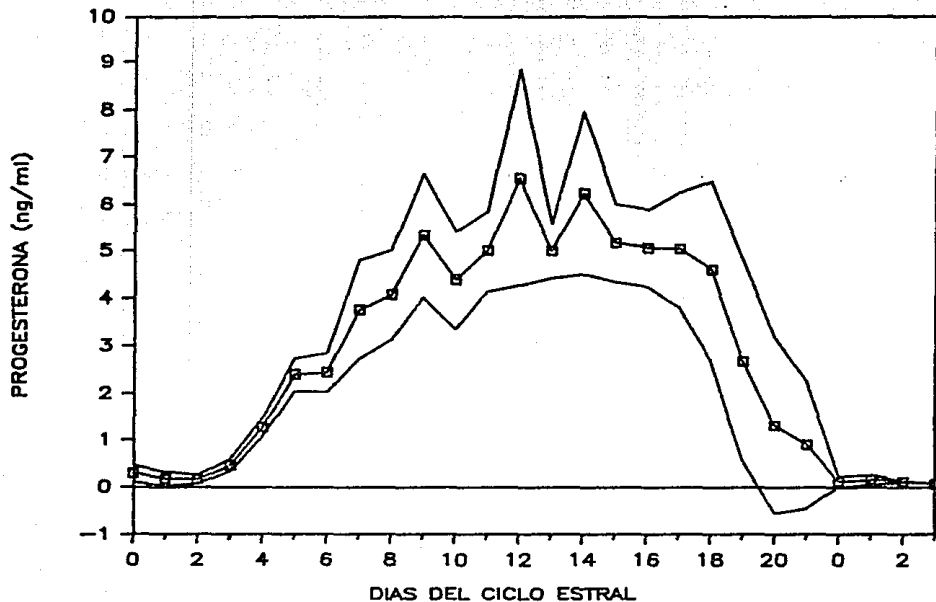


Fig. 6 . Concentración promedio de progesterona en plasma durante el ciclo estral de 5 vaquillas Holstein. El promedio es representado por (□ - □ - □), las líneas continuas indican una desviación estandar sobre y bajo el promedio. (Estro = día 0).

Cuadro 1. Evaluación de la precisión en la detección visual de estros para cada uno de los integrantes del personal encargado.

PERSONAL	No. VAQUILLAS OBSERVADAS EN ESTRO	VAQUILLAS EN ESTRO	VAQUILLAS EN NO ESTRO	PRECISION EN LA DETECCION
CELADOR A	110 (31.9%)	85	25	77.2%
CELADOR B	92 (26.7%)	78	14	84.7%
VELADOR C	41 (11.9%)	31	10	75.6%
VELADOR D	50 (14.5%)	42	8	84.0%
VELADOR E	45 (13.0%)	37	8	82.2%
VAQUERO	6 (1.7%)	6	0	100%
TOTAL	344 (100%)	279	65	81.1%

No se encontró diferencia estadísticamente significativa ($P > 0.05$).

Cuadro 2. Niveles de progesterona plasmática al momento de la Inseminación Artificial y porcentaje de gestación de 282 vaquillas Holstein.

PROGESTERONA (ng/ml)	No. VAQUILLAS	VAQUILLAS GESTANTES	INDICE DE CONCEPCION
< .19	20 (7.1%)	9	45.0%
.20 - .39	105 (37.2%)	46	43.8%
.40 - .59	109 (38.6%)	57	52.2%
.60 - .79	41 (14.5%)	26	63.4%
.80 - .99	4 (1.4%)	1	25.0%
> .99	3 (1.0%)	1	33.0%
TOTAL	282 (100%)	140	49.65%

Cuadro 3. Porcentajes de concepción obtenidos a diferentes intervalos entre la detección del estro y la inseminación.

INTERVALO (hrs.)	No. VAQUILLAS	F.R. (%)	VAQUILLAS GESTANTES	CONCEPCION (%)
0 - 5.59	15	5.32	6	40.0
6.00-11.59	146	51.77	76	52.0
12.00-17.59	97	34.40	46	47.4
18.00-23.59	22	7.80	10	45.4
24.00-29.59	2	.71	2	100.0

No se encontraron diferencias estadísticas ($P > 0.05$).

F.R. Frecuencia Relativa.