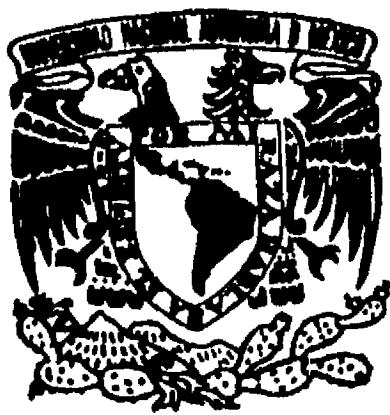


01680



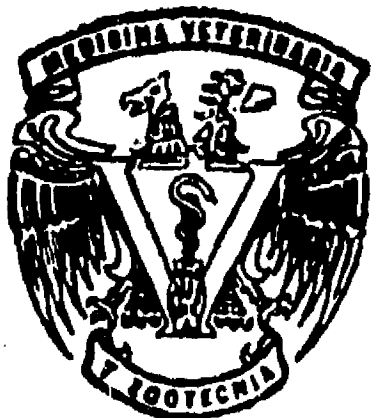
**REPETIBILIDAD DEL COMPORTAMIENTO DE ESTRO
EN VACAS Y VAQUILLAS HOLSTEIN SINCRONIZADAS CON
PROSTAGLANDINA F₂a, BAJO CONDICIONES DEL TROPICO
SECO DE MEXICO**

Tesis presentada ante la
División de Estudios de postgrado de la
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
de la
Universidad Nacional Autónoma de México
para la obtención del grado de

DOCTOR EN PRODUCCION ANIMAL: REPRODUCCION

por

Alvaro Fernán Castellanos Echeverría



Asesores: Ph.D. M.Sc. M.V.Z. Carlos Galina Hidalgo
Ph.D. M.Sc. M.V.Z. Agustín Orihuela Trujillo
Ph.D. M.Sc. Biol. Ricardo Mondragón Ceballos
M.Sc. M.V.Z. Ricardo Navarro Fierro

1995

FALLA DE ORIGEN

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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.

**REPETIBILIDAD DEL COMPORTAMIENTO DE ESTRO
EN VACAS Y VAQUILLAS HOLSTEIN SINCRONIZADAS CON
PROSTAGLANDINA F₂ α , BAJO CONDICIONES DEL TRÓPICO
SECO DE MÉXICO**

Tesis presentada ante la
División de Estudios de Posgrado de la
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
de la
Universidad Nacional Autónoma de México
para la obtención del grado de

DOCTOR EN PRODUCCIÓN ANIMAL: REPRODUCCIÓN

por

Alvaro Fernán Castellanos Echeverría

Asesores: Ph.D. M.Sc. M.V.Z. Carlos Galina Hidalgo
Ph.D. M.Sc. M.V.Z Agustín Orihuela Trujillo
Ph.D. M.Sc. Biol. Ricardo Mondragón Ceballos
M.Sc. M.V.Z Ricardo Navarro Fierro

1995

Con todo mi amor dedico este trabajo a mis hijas Dora Isabel y Marisol

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a mi esposa Ruth y a los asesores de este trabajo, Dr. Carlos Galina Hidalgo; M.V.Z. M. Sci. Ricardo Navarro Fierro; Dr. Agustín Orihuela Trujillo y Dr. Ricardo Mondragón Ceballos por su invaluable guía y sus acertados comentarios.

C O N T E N I D O

	Pag.
1.- Resumen	1
2.- Introducción	5
2.1.- Planteamiento del problema	7
2.2.- Hipótesis a probar	11
2.3.- Objetivos	11
2.4.- Revisión de literatura	12
3 Materiales y métodos	20
3.1.- Animales e instalaciones	20
3.2.- Sincronización de estros	23
3.3.- Pruebas de jerarquía en estro y diestro	25
3.4.- Análisis estadístico	26
4.- Resultados	34
4.1.- Niveles de progesterona en plasma	34
4.2.- Eficiencia de sincronización	37
4.3.- Características del estro	40
4.3.1.- Hora de inicio	40
4.3.2.- Conductas diurnas y nocturnas	42
4.3.3.- Duración del estro	42
4.3.4. Duración de la fase receptiva del estro	44
4.4.- Desarrollo conductual del estro	48
4.4.1.- Conductas sexuales	48
4.4.2.- Conductas de inspección y jerarquía	50
4.4.3.- Comportamiento estral por experimento	52

	Pag.
4.5.- Aspectos sociales durante el estro	72
4.5.1.- Rango ordinal de jerarquía e índice de dominancia	72
4.5.2.- Agresividad en vacas y vaquillas	77
4.5.3.- Respuesta conductual a las variables independientes	78
4.5.4.- Covariación jerarquía conducta estral	81
4.5.5.- Asociaciones afiliativas y antagónicas	83
4.5.6.- Correlación entre posición jerárquica y conducta estral	111
4.5.7.- Repetibilidad en los rangos jerárquicos y la conducta	113
5.- Discusión	118
6.- Literatura citada	132

LISTA DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1.- Concentraciones de progesterona en ng./ml. de plasma en vacas y vaquillas antes de la aplicación de la PGF₂α	36
Cuadro 2.- Eficiencia de sincronización en vacas y vaquillas en las seis aplicaciones	37
Cuadro 3.- Manifestaciones de estro y presencia de cuerpo lúteo en vacas y vaquillas.	39
Cuadro 4.- Prueba de Tukey para la hora de comienzo de estro en vacas después de la aplicación de la PGF₂α	41
Cuadro 5.- Prueba de Tukey para la hora de comienzo de estro en vaquillas después de la aplicación de la PGF₂α	41

	Pag.
Cuadro 6.- Porcentaje de conductas presentadas en el día y la noche, en las vacas y las vaquillas.	43
Cuadro 7.- Duración promedio del estro en vacas (n = 38) y vaquillas (n = 32)	43
Cuadro 8.- Prueba de Tukey para la duración promedio del estro en vacas.	44
Cuadro 9.- Duración de la fase receptiva del estro \pm desviación estándar en vacas (n = 38) y en vaquillas (n = 32)	45
Cuadro 10.- Prueba de Tukey para la duración de la fase receptiva del estro en vacas	46
Cuadro 11.- Prueba de Tukey para la duración de la fase receptiva del estro en vaquillas.	47
Cuadro 12.- Rango ordinal de jerarquía para las vacas durante los seis experimentos	72
Cuadro 13.- Índice de dominancia para las vacas durante los seis experimentos	73
Cuadro 14.- Rango ordinal de jerarquía para las vaquillas durante los seis experimentos	74
Cuadro 15.- Índice de dominancia para las vaquillas durante los seis experimentos.	75
Cuadro 16.- Índice de dominancia promedio para los seis experimentos.	76
Cuadro 17.- Promedio de topes de competencia de vacas y vaquillas durante las pruebas de jerarquía en estro y diestro	78
Cuadro 18.- Promedio de conductas en los tres tipos de actividades en vacas (n = 38) y vaquillas (n = 32)	79

	Pag.
Cuadro 19.- Nivel de significancia de las variables independientes en cada una de las conductas activas y pasivas	79
Cuadro 20.- Niveles de significancia para las variables de respuesta y las covariables en relación con el individuo y con las funciones lineal, cuadrática y cúbica, del número de experimento en las vacas	81
Cuadro 21.- Niveles de significancia para las variables de respuesta y las covariables en relación con el individuo y con las funciones lineal, cuadrática y cúbica, del número de experimento en las vaquillas	82
Cuadro 22.- Matriz de coeficientes de correlación entre los estimadores de jerarquía y el número de conductas estrales en las vacas	111
Cuadro 23.- Matriz de coeficientes de correlación entre los estimadores de jerarquía y el número de conductas estrales en las vaquillas	112
Cuadro 24.- Resultados de las pruebas de rangos de Friedman, coeficiente de Kendall y coeficiente de Spearman para el rango ordinal de jerarquía en vacas y vaquillas	114
Cuadro 25.- Resultados de las pruebas de rangos de Friedman, con ajuste para empates, coeficiente de Kendall y coeficiente de Spearman para el lapso tratamiento - comienzo del estro, duración del estro y duración de su fase receptiva en vacas y vaquillas	115
Cuadro 26.- Resultados de las pruebas de rangos de Friedman, con ajuste para empates, coeficiente de Kendall y coeficiente de Spearman para actividades de sexo, de inspección, de jerarquía y número de montas por hora en estro receptivo en vacas y vaquillas.	116

LISTA DE GRÁFICAS

	Pag.
Gráfica 1.- Porcentaje de conductas estrales diurnas y nocturnas en vacas	56
Gráfica 2.- Porcentaje de conductas estrales diurnas y nocturnas en vaquillas	56
Gráfica 3.- Conductas sexuales de vacas y vaquillas en el primer experimento.	57
Gráfica 4.- Conductas sexuales de vacas y vaquillas en el segundo experimento	57
Gráfica 5.- Conductas sexuales de vacas y vaquillas en el tercer experimento	58
Gráfica 6.- Conductas sexuales de vacas y vaquillas en el cuarto experimento.	58
Gráfica 7.- Conductas sexuales de vacas y vaquillas en el quinto experimento.	59
Gráfica 8.- Conductas sexuales de vacas y vaquillas en el sexto experimento	59
Gráfica 9.- Conductas de inspección de vacas y vaquillas en el primer experimento.	60
Gráfica 10.- Conductas de inspección de vacas y vaquillas en el segundo experimento	60
Gráfica 11.- Conductas de inspección de vacas y vaquillas en el tercer experimento	61
Gráfica 12.- Conductas de inspección de vacas y vaquillas en el cuarto experimento	61
Gráfica 13.- Conductas de inspección de vacas y vaquillas en el quinto experimento..	62

	Pag.
Gráfica 14.- Conductas de inspección de vacas y vaquillas en el sexto experimento.	62
Gráfica 15.- Conductas de jerarquía de vacas y vaquillas en el primer experimento	63
Gráfica 16.- Conductas de jerarquía de vacas y vaquillas en el segundo experimento	63
Gráfica 17.- Conductas de jerarquía de vacas y vaquillas en el tercer experimento.	64
Gráfica 18.- Conductas de jerarquía de vacas y vaquillas en el cuarto experimento	64
Gráfica 19.- Conductas de jerarquía de vacas y vaquillas en el quinto experimento	65
Gráfica 20.- Conductas de jerarquía de vacas y vaquillas en el sexto experimento....	65
Gráfica 21.- Actividades estrales de las vacas durante el primer experimento..	66
Gráfica 22.- Actividades estrales de las vaquillas durante el primer experimento	66
Gráfica 23.- Actividades estrales de las vacas durante el segundo experimento.	67
Gráfica 24.- Actividades estrales de las vaquillas durante el segundo experimento.	67
Gráfica 25.- Actividades estrales de las vacas durante el tercer experimento..	68

	Pag.
Gráfica 26.- Actividades estrales de las vaquillas durante el tercer experimento..	68
Gráfica 27.- Actividades estrales de las vacas durante el cuarto experimento.	69
Gráfica 28.- Actividades estrales de las vaquillas durante el cuarto experimento	69
Gráfica 29.- Actividades estrales de las vacas durante el quinto experimento	70
Gráfica 30.- Actividades estrales de las vaquillas durante el quinto experimento	70
Gráfica 31.- Actividades estrales de las vacas durante el sexto experimento.	71
Gráfica 32.- Actividades estrales de las vaquillas durante el sexto experimento..	71
Gráfica 33.- Dendrograma para las conductas afiliativas de las vacas durante el primer experimento.	89
Gráfica 34.- Dendrograma para las conductas afiliativas de as vacas durante el segundo experimento.	90
Gráfica 35.- Dendrograma para las conductas afiliativas de las vacas durante el tercer experimento	91
Gráfica 36.- Dendrograma para las conductas afiliativas de las vacas durante el cuarto experimento.	92
Gráfica 37.- Dendrograma para las conductas afiliativas de las vacas durante el quinto experimento..	93

	Pag.
Gráfica 38.- Dendrograma para las conductas afiliativas de las vacas durante el sexto experimento	94
Gráfica 39.- Dendrograma para las conductas de competencia de las vacas durante el primer experimento	95
Gráfica 40.- Dendrograma para las conductas de competencia de las vacas durante el segundo experimento.	96
Gráfica 41.- Dendrograma para las conductas de competencia de las vacas durante el tercer experimento.	97
Gráfica 42.- Dendrograma para las conductas de competencia de las vacas durante el cuarto experimento	97
Gráfica 43.- Dendrograma para las conductas de competencia de las vacas durante el quinto experimento	98
Gráfica 44.- Dendrograma para las conductas de competencia de las vacas durante el sexto experimento.	99
Gráfica 45.- Dendrograma para las conductas afiliativas de las vaquillas durante el primer experimento	100
Gráfica 46.- Dendrograma para las conductas afiliativas de las vaquillas durante el segundo experimento.	101
Gráfica 47.- Dendrograma para las conductas afiliativas de las vaquillas durante el tercer experimento	102
Gráfica 48.- Dendrograma para las conductas afiliativas de las vaquillas durante el cuarto experimento	103
Gráfica 49.- Dendrograma para las conductas afiliativas de las vaquillas durante el quinto experimento.	104

	Pag.
Gráfica 50.- Dendrograma para las conductas afiliativas de las vaquillas durante el sexto experimento	105
Gráfica 51.- Dendrograma para las conductas de competencia de las vaquillas durante el primer experimento	105
Gráfica 52.- Dendrograma para las conductas de competencia de las vaquillas durante el segundo experimento.	106
Gráfica 53.- Dendrograma para las conductas de competencia de las vaquillas durante el tercer experimento..	107
.Gráfica 54.- Dendrograma para las conductas de competencia de las vaquillas durante el cuarto experimento.	108
Gráfica 55.- Dendrograma para las conductas de competencia de las vaquillas durante el quinto experimento.	109
Gráfica 56.- Dendrograma para las conductas de competencia de las vaquillas durante el sexto experimento..	110

1.- RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue conocer si el comportamiento estral de vacas y vaquillas Holstein en estabulación permanente es repetible en estros sucesivos y la influencia que la posición jerárquica individual pueda tener sobre dicho comportamiento.

Se utilizaron 14 vacas que se encontraban entre su segunda y séptima lactación con edades entre 5 y 12 años y otro grupo de 10 vaquillas entre los 1.5 y 2.5 años de edad, ninguna de las cuales había presentado su primer parto.

Se realizaron 6 experimentos; en los primeros 4 experimentos todos los animales que tuvieron un cuerpo lúteo al momento de realizar la palpación rectal, recibieron 25 mg. de Dinoprost-Trometamina I.M. con 11 días de intervalo. En el 5º experimento se inyectaron con igual dosis la mitad de los animales del lote de vacas y de vaquillas, 11 días después de la aplicación anterior y en el 6º experimento se inyectaron la otra mitad de los animales de cada lote 5 días después, con el fin de producir una variación en los individuos que se presentaran en estro concomitante. La presencia de cuerpo lúteo se detectó por palpación rectal y se confirmó mediante radioinmunoensayo.

Antes de proceder a la aplicación de la $PGF_{2\alpha}$ correspondiente a cada experimento y con el fin de estimar la posición jerárquica individual, los animales fueron sometidos a una prueba de competencia por alimento balanceado, misma que se repitió 72 h. después, cuando estaban en estro aquellas que respondieron al tratamiento.

Los animales se sometieron a observación continua entre las 40 y 100 horas post-tratamiento, y se tomó nota de actividades afiliativas como montar e intentar montar, oler y lamer los genitales de la compañera, seguirla, posición cabeza-cabeza o cabeza sobre dorso y tope no agresivo. La actividad de competencia registrada fue el tope agresivo.

La eficiencia de sincronización para aquellas que poseían cuerpo lúteo al momento de aplicar la PGF₂ α , fue de 68% para las vacas y 74% para las vaquillas, diferencia no significativa. Los estros comenzaron en mayor número en el día (65.8% y 62.5%) que en la noche (34.2% y 37.5%) en vacas y vaquillas y el número de conductas diurnas (49.1% y 56.4%) y nocturnas (50.9% y 43.6%) no fueron estadísticamente diferentes entre grupos ni dentro de grupos.

La duración promedio del estro fue de 18.1 ± 7.2 h. y de 21.4 ± 7.3 h. para vacas y vaquillas respectivamente y la duración promedio para la fase receptiva del estro fue de 12.2 ± 5.6 h. y de 16.4 ± 6.8 h. respectivamente, diferencias que resultaron no significativas. La prontitud de la respuesta al tratamiento se debió principalmente al número de experimento.

La respuesta al tratamiento no siempre fue la esperada; así, en el 28% de los tratamientos aplicados (n = 98) no hubo manifestaciones de estro pese a que se demostró la presencia de cuerpo lúteo previo, además solamente el 43% de las vacas (6 de 14) y el 30% de las vaquillas (3 de 10) respondieron al tratamiento en todas las ocasiones en que lo recibieron.

El 28% de las vacas (4 de 14) y el 40% de las vaquillas (4 de 10) presentaron el caso contrario, es decir que mostraron comportamiento de estro, sin poseer

cuerpo lúteo al momento de la aplicación de la $\text{PGF}_{2\alpha}$. Los comportamientos de sexo, inspección y jerarquía (competencia) mostraron la tendencia a comenzar y terminar simultáneamente.

Se encontró que las vacas y las vaquillas presentaron diferencias importantes en su comportamiento estral. Las vaquillas se comportaron de manera más intensa con promedios de 211, 156 y 99 conductas de sexo, inspección y jerarquía contra 144, 104 y 67 conductas de las vacas. Estas últimas variaron su comportamiento en un rango mayor, pues el coeficiente de variación para las conductas descritas fue de 70.6% contra el 46.8% de las vaquillas. Si bien la intensidad del comportamiento estral en el grupo de vacas presentó un rango de dispersión mayor que en las vaquillas, cada individuo tendió a repetir su nivel de comportamiento en celos sucesivos. Las vaquillas realizaron 4 veces más conductas agresivas que las vacas, manteniendo su mayor nivel de competencia en los 6 experimentos, como puede verse en el valor más bajo de su índice de dominancia promedio (4.5 ± 2.8 vs 6.1 ± 4.2). Las fluctuaciones en la posición jerárquica de las vacas no afectó su comportamiento estral pero sí afectó el comportamiento de las vaquillas en celos sucesivos. Las vacas tendieron a interactuar con ciertas compañeras durante el estro, repitiendo esta asociación en los calores sucesivos. Las vaquillas mostraron la tendencia a cambiar de compañera de estro pero las asociaciones de competencia tendieron a repetirse entre las mismas vaquillas durante los seis experimentos.

Las vacas de mayor rango jerárquico presentan comportamiento estral más intenso, como lo ilustra el coeficiente de correlación altamente significativo entre rango ordinal de jerarquía y el número de conductas de sexo (-0.41 $p < 0.01$), de inspección (-0.54 $p < 0.01$), y de jerarquía (-0.43 $p < 0.01$). También fueron

altamente significativos los coeficientes de correlación entre las conductas de sexo y de inspección ($0.88 p < 0.01$), de sexo y de jerarquía ($0.68 p < 0.01$) y de inspección y jerarquía ($0.62 p < 0.01$) indicando que la vaca que realizó mayor número de una de estas conductas también lo hizo con las otras dos.

En las vaquillas se presentó una situación diferente pues el rango ordinal de jerarquía presenta coeficientes de correlación no significativos con las conductas de sexo (-0.28) y las de jerarquía (-0.1) ilustrando que estos comportamientos son efectuados por cualquier vaquilla independientemente de su rango jerárquico. Sin embargo las vaquillas de mayor rango realizan la mayor cantidad de conductas de inspección, como lo indica su coeficiente de correlación altamente significativo de $-0.54 (p < 0.01)$.

Puede afirmarse que las vacas tendieron a mantener las características individuales de su comportamiento estral en celos sucesivos independientemente de su posición jerárquica, en lo referente a duración del estro y de la fase receptiva del mismo, a la intensidad de las conductas de sexo, de inspección, de jerarquía y al número de montas recibidas por hora de celo receptivo. Las vaquillas en cambio, tendieron a variar la intensidad de las mismas manifestaciones en celos sucesivos, simultáneamente con las variaciones de su posición jerárquica, por lo que su comportamiento estral individual resultó menos predecible que el de las vacas.

2.- INTRODUCCIÓN

Diamond (1972) comenta que "no puede verse el comportamiento sexual y el apareamiento como un simple medio de proporcionar espermatozoides al óvulo. Mas bien, el comportamiento debe ser considerado como un componente indispensable y crucial en el proceso reproductivo y en la evaluación de las fallas reproductivas".

En los animales domésticos subsisten comportamientos desarrollados durante la época en que evolucionaron en estado natural (Eibl-Eibesfeldt, 1974); aún hoy se encuentran remanentes de conductas producidas por la selección evolutiva de siglos, que han sobrevivido a la domesticación y que entorpecen el logro de altas tasas de reproducción (Haupt et. al., 1982) a pesar de que en el proceso de domesticación, se ha realizado una intensa selección para obtener mejores reproductores, y se han implementado medidas de manejo que han reducido drásticamente los factores de estrés nutricional, climático y sanitario que afectan la eficiencia reproductiva.

En los estudios de conducta de animales domésticos, concretamente en los bovinos, son muchos los factores que pueden ser sometidos a observación sistemática, por ejemplo: hábitos de pastoreo, de amamantamiento, interacciones sociales entre miembros de un grupo, estructura de un grupo social, jerarquía, temperamento y comportamiento sexual.

En el caso de este último se pueden considerar las preferencias individuales, como lo ilustra el planteamiento de Chenoweth (1976) quien observó que los bovinos prefieren como compañero de cópula un animal genéticamente similar, y

por Galina et. al., (1982), quienes trabajando con grupos de vacas Charolais x Brahman y Brahman puras, observaron que durante sus respectivos calores, las hembras tendieron a interactuar con las más próximas racialmente.

Conocer el comportamiento homosexual de la vaca es esencial para la determinación del manejo reproductivo en hatos donde se utiliza la inseminación artificial, porque en ellos, el ganadero debe hacer una eficiente detección de la hembra en calor para inseminarla en el momento adecuado. Sin embargo, el reconocimiento de la receptividad sexual de la hembra, en ausencia de toros, es un serio problema en muchos hatos, por lo que se pierden numerosas oportunidades de obtener gestaciones por inseminación artificial. (Speicher and Meadows, 1967; Bozworth et. al., 1972; Pelissier, 1972; Esslemont, 1974b; Lauderdale, 1974; Hurnik et. al., 1975;).

Este problema se presenta a causa de varios factores, entre los cuales está la gran diversidad de signos estrales y la gran variación que hay entre individuos para mostrarlos (Islas, 1978; Kasimi, 1983). Esto incluye que varios de los signos estrales pueden ser poco notorios o no existir (Haupt et. al., 1982), o bien que aproximadamente el 20% de las vacas gestantes muestran conductas estrales (Kida et. al., 1985), presentándose así un cuadro confuso para quien debe detectar las hembras en calor. Si a esto agregamos la sugerencia de Macmillan y Watson (1976), en el sentido de que la mayoría de los errores en el diagnóstico del estro ocurren porque los ganaderos interpretan de una manera "liberal" los signos conductuales del celo, nos damos cuenta de que gran parte de las fallas se deben al desconocimiento de las conductas estrales y sus variaciones, así como a errores en su interpretación.

En los intentos hechos para solucionar este problema, se ha usado la sincronización de estros para aumentar el número de vacas en calor simultáneamente, porque así se incrementa la intensidad y duración de los signos estrales (King, 1990), lo cual hace más fácil su detección. También se ha eliminado la necesidad de detectar las vacas en calor, inseminándolas a tiempo predeterminado, después de dos aplicaciones de $\text{PGF}_{2\alpha}$ con 11 o 12 días de intervalo, pero los resultados de fertilidad no fueron satisfactorios (Gyawu et. al., 1980; Petit y Deletang, 1980).

Por estas razones el conocimiento de los componentes conductuales del proceso reproductivo en bovinos cobran mayor importancia cada día, como una herramienta que permita lograr mejores tasas reproductivas.

2.1.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La tendencia actual en las explotaciones lecheras tecnificadas, apunta hacia hatos con mayor número de cabezas, produciéndose un incremento en el número de vacas que tienen que ser detectadas en estro y una disminución en el número de horas de atención a cada hembra, lo cual afecta la eficiencia en la detección de calores (Esslemont, 1974a). Esta a su vez afecta la eficiencia reproductiva así como la productividad y el ritmo de crecimiento natural del hato, y condiciona de manera determinante el rendimiento económico. Este último está en función de los días abiertos, cuantos más sean, mayor será el intervalo entre partos, y menor la producción de leche y de crías. Por esto, la detección acertada del estro posparto es esencial para mantener un intervalo entre partos óptimo (Speicher et. al., 1967; Bozworth et. al., 1972; Pelissier, 1972; Esslemont, 1974b;).

La acertada detección de los signos de estro presenta dificultades debido a las variaciones individuales en la duración e intensidad de sus manifestaciones físicas y conductuales (Macmillan y Watson, 1976), que son causadas por factores genéticos (Bane, 1954; Orihuela, 1985), por factores sociales (Trantirek et. al., 1987), por factores ambientales (Gwazdauskas et. al., 1983; Shioya et. al., 1979), por el número de hembras en calor simultáneamente (King, 1990) y por el nivel hormonal al momento del estro (Sekisawa et. al., 1982) entre otros.

Para aumentar la eficiencia en la detección de calores, se han diseñado varios sistemas de ayuda; sin embargo, la comparación entre ellos demuestra que demandan horas extra de trabajo, además de producir cierto porcentaje de falsos positivos y falsos negativos, que son calores reales no detectados. Queda aun la posibilidad de aumentar su eficiencia al complementarlos con la observación de patrones de conducta, como resulta de combinar rutinas de observación diaria con lectura del podómetro, que produjo una mejor estimación de la actividad sexual, que cada uno de los factores por si solo (Pennington et. al., 1986).

En los planteamientos hechos hasta el momento, se asume que las variaciones de la conducta estral se producen entre individuos. En estos no se plantea que las variaciones puedan darse entre calores diferentes del mismo individuo. Esto es, que la misma hembra se comporte diferente en estros sucesivos, como consecuencia de cambios en el medio ambiente, en su posición jerárquica dentro del hato, o en algún otro factor. Si es cierto que la conducta estral individual se mantiene sin cambios significativos a través del tiempo, se podrá confiar en que será predecible para cada individuo, lo que ayudaría en la labor de detección de celos.

La relación existente entre el comportamiento estral y la posición jerárquica dentro del hato ocupada por cada individuo (Orihuela, 1985; Houpt et. al., 1982; Hurnik et. al., 1975), explican en parte algunas diferencias de comportamiento observadas. Sin embargo, aún no ha sido evaluado el posible efecto de las variaciones en la posición jerárquica sobre el comportamiento estral individual. Esto es, si al cambiar la posición jerárquica individual, varían también de manera significativa las manifestaciones estrales de los individuos involucrados en el cambio.

Hasta el momento no existe un estudio sobre comportamiento estral que establezca si la conducta individual se repite en calores sucesivos, o si entre un estro y el siguiente pueda variar. Las posibilidades que se abren con los planteamientos anteriores, nos permite formular una serie de preguntas que se pretenderían contestar en el presente trabajo de investigación:

- Se ha establecido que existen preferencias al escoger la compañera con la cual interactuar durante el estro. (Cecim et. al., 1988). ¿Estas preferencias se mantienen durante estros sucesivos?

- Existen diferencias individuales en la intensidad y la duración de las manifestaciones estrales (Macmillan et. al., 1976). ¿Estas manifestaciones son semejantes en estros sucesivos en el mismo individuo?

- Existe una estratificación social en cada grupo de vacas (Trantirek et. al., 1987). ¿Cada vaca ocupa la misma posición jerárquica constantemente, o esta posición varía a través del tiempo dentro del mismo grupo?

- Las posibles variaciones en dicha posición, ¿están asociadas con cambios en las manifestaciones estrales del individuo que cambió o en las manifestaciones estrales de las compañeras habituales antes del cambio?

- El comportamiento estral, ¿es igual en las vacas que en las vaquillas?. ¿La hipótesis planteada de repetibilidad en la conducta de estro es similar en vacas y en vaquillas?

Orihuela (1985) menciona que cada animal posee sus propias características de conducta sexual, controladas por factores hereditarios, las cuales permanecen mas o menos constantes para los individuos. Sin embargo, los trabajos realizados sobre repetibilidad del comportamiento estral son escasos, especialmente los que podrían aclarar el efecto de los componentes no genéticos sobre el comportamiento estral.

La respuesta a una o varias de las preguntas planteadas nos ayudarán a comprender las posibles interrelaciones entre el comportamiento estral individual y la dinámica social del hato.

La información sobre el comportamiento estral en bovinos lecheros estabulados con que cuenta el profesional dedicado a esta área en México, normalmente proviene de trabajos de investigación realizados en otros países, en donde las condiciones ambientales, el manejo, los sistemas de estabulación y las características genéticas de los animales son diferentes. Por lo tanto es necesario que se cuente con información generada bajo condiciones locales que permitan establecer una referencia sobre el comportamiento del ganado Holstein en

México, particularmente en las zonas de trópico seco como el existente en el Estado de Guerrero.

Además, los estudios realizados en México y otros países sobre la repetibilidad del comportamiento estral son escasos de modo que debemos conocerla mejor antes de plantear una posible selección genética de hembras con comportamiento estral intenso, como una forma de mejorar el manejo reproductivo.

2.2.- HIPÓTESIS A PROBAR

Los patrones de comportamiento estral en bovinos Holstein en el trópico seco mexicano, son similares a los descritos en la literatura por diversos autores. Estos patrones de comportamiento son repetibles en estros sucesivos y en ellos se incluyen la relación entre la conducta estral y el nivel jerárquico individual, las diferencias de comportamiento entre vacas y vaquillas, la repetibilidad de los patrones de comportamiento asociados con el estro en conductas de sexo, inspección y competencia, y la posibilidad de asociar los cambios en la posición jerárquica individual con cambios en la conducta estral en celos sucesivos.

2.3.- OBJETIVOS

Los objetivos del presente trabajo son estudiar y describir un patrón de comportamiento estral en vacas Holstein sincronizadas con $\text{PGF}_{2\alpha}$, explotadas en estabulación y en las condiciones del trópico seco mexicano.

Además, se estimará la repetibilidad de diversas conductas sexuales, en estros sucesivos sincronizados y se calculará la asociación existente entre la posición

jerárquica individual y las manifestaciones estrales y si las posibles variaciones en una pueden inducir variaciones en la otra.

2.4.- REVISIÓN DE LITERATURA.

La detección de estros es un factor cada vez más crítico, en la medida en que se usa más la inseminación artificial. Los errores en la observación y detección de calores producen grandes pérdidas en la eficiencia reproductiva del ganado (I.N.I.A.R.A., 1977; Zarco, 1990).

Barr (1975) encontró una correlación de 92% entre los días perdidos por calores no detectados y el total de días abiertos, y señala que el ganadero pierde el doble de días debido a calores no detectados que a fallas en la concepción. Al respecto Zarco (1990), hace notar que en las explotaciones lecheras en México, pasan desapercibidos el 44% de los estros en promedio, siendo la baja eficiencia en la detección de calores una de las principales causas de pérdidas económicas.

Las soluciones que se han practicado hasta el momento para el problema de la detección oportuna y eficiente de las vacas en calor, han producido resultados divergentes y aún permanece como un problema que implica costos elevados, reducciones en las tasas de fertilidad y pérdidas económicas que se pueden evitar. Williamson et. al., (1972) muestra que un observador entrenado detecta el 56% de los períodos estrales e identifica incorrectamente en estro un elevado número de vacas. Esslemont (1973) menciona que el personal de una granja detectó solamente el 65% de vacas en estado receptivo del estro.

Los signos físicos y conductuales del estro descritos en la literatura son abundantes. Entre los signos conductuales, Hurnik et. al., (1975) mencionan que el comportamiento agresivo se incrementa marcadamente y la vaca asume actitudes poco frecuentes en otras etapas de su ciclo, como mugidos frecuentes, mirada inquieta, parece estar más alerta que sus compañeras, desasosiego, miradas hacia los cuartos traseros y a veces se observan temblores y arqueamiento del dorso. Además Dukes y Swenson (1978) reportan la elevación y el desvío de la cola y el alejamiento del hato. Otras actividades que se presentan son topeteo agresivo con mayor frecuencia que en cualquier otra etapa del ciclo estral, topeteo no agresivo, descrito como comportamiento estral en ganado cebú (Galina et. al., 1982); Orihuela, 1982) y en ganado europeo (Kiddy, 1970; Hurnik et. al., 1975; Appleyard et. al., 1976). Se presenta también postura cabeza con cabeza, descansar la barbilla sobre el dorso de la compañera, movimientos constantes de la cola, oler o lamer los genitales u otras partes del cuerpo de otras vacas, tendencia a seguir o acercarse y permanecer cerca del toro o de otra vaca sin importar el lugar que ocupa en la jerarquía social, razón por la cual se incrementa el número de peleas. Además la hembra en calor es la primera en levantarse cuando el grupo es molestado.

A lo anterior se suma un incremento en la actividad general de la vaca en calor (Kiddy, 1970), resultando en una distribución diferente de la rutina diaria de la vaca estabulada, que emplea más tiempo en caminar a expensas del tiempo usado para comer y descansar. (Hurnik et. al., 1975).

La vaca en calor también intenta montar y posteriormente se mantiene estática al ser montada por otra vaca o por el toro, siendo este último el signo definitivo para confirmar el estro. Hurnik et. al. (1975) detectó que el 90% de las vacas montadas

estaban en estro, mientras que de las vacas que montaron solo el 79% lo estaban. Houpt y Wolski (1982) plantean que la vaca que monta usualmente es dominante sobre la vaca montada y Trantirek et. al., (1987) mencionan que las vacas más dominantes montan con mayor frecuencia que las menos dominantes, lo que representa una interacción entre el comportamiento estral y el social.

La influencia social sobre esta conducta se presenta también en las preferencias en cuanto al compañero de monta. Cecim y Hausler (1988) aportan datos que sugieren que la actividad de monta en vaquillas lecheras se basa en preferencias individuales más que en el día del ciclo en que se encuentre la hembra que realiza la parte activa de la monta.

Cuando existe competencia por la compañera, aquellas con mayor grado jerárquico dentro del grupo tienen mayores probabilidades de éxito, mientras que los individuos de menor jerarquía inhiben sus intentos de monta o permanecen fuera del grupo que interactúa (Craig, 1981).

Las hembras pueden mostrar preferencias por un macho en especial, pero no todas las hembras preferirán al mismo macho, lo que parece indicar que las diferencias en la atraktividad son innatas de la hembra y están basadas en experiencias previas más que sobre características fisiológicas del macho, como su nivel de feromonas, por ejemplo. Sin embargo, la acción de las hormonas ováricas contribuyen a la atraktividad y a la receptividad de la hembra, posiblemente por la producción de feromonas y por inducir un comportamiento estral más acentuado (Houpt et. al., 1982).

El planteamiento de que la actividad estral y la posición jerárquica tienen una correlación positiva es respaldado por Orihuela (1985) quien describe comportamientos muy activos de algunas vacas, mientras que otras permiten realizar en ellas conductas estrales y otras se mantienen al margen de los grupos donde se llevan a cabo las conductas estrales. Las vacas más activas fueron las que ocuparon los primeros lugares en la jerarquía grupal. En trabajos posteriores Orihuela et. al. (1988) encuentran que el 60% de las montas fueron iniciadas por vacas que ocupaban estratos altos en la jerarquía de un hato de vacas Indobrasil.

La duración del período durante el cual se realizan estas actividades ha sido registrada por varios autores. Por ejemplo Orihuela (1985) y Vaca (1982) encuentran celos de 15 ± 6.0 horas de duración en promedio para vacas Indobrasil, que comenzaron con actividad para finalizar con receptividad. Esslemont et. al., (1976) registra celos de 14.9 ± 4.7 horas de duración en vacas Holstein y Chicoteau et. al., (1989) de 10.7 ± 5.1 horas en vacas Baoule (*Bos taurus*). En bovinos lecheros Itamar y Schindler (1976) encuentran celos de 6.0 horas en aproximadamente el 30% de las hembras, de 12 horas en el 45% y de 18 - 24 horas en el 25%. La temperatura ambiental modifica la duración del estro en bovinos de origen europeo, siendo de 18 horas en climas fríos y de 10 - 12 horas en promedio en climas cálidos (Bearden y Fuquay 1982).

En el lapso en que la vaca está en celo, hay un período definido durante el cual se mantiene estática al ser montada, y que se conoce como período receptivo. La duración de este período es muy variable y es en promedio de 13 - 14 horas en vacas Holstein (Haupt et. al., 1982). Existe una marcada variación individual en la duración de este período, teniendo un rango de 1 - 18 horas con una media de 4.4 horas en vacas Hereford y Hereford x lechero (King, 1990). Las mismas cifras

se obtuvieron en otras razas para carne (Hurnik y King, 1987). En bovinos Cebú se han encontrado diferencias que van desde 4 hasta 20 horas de duración, considerándose un promedio de 14 horas (Galina y Arthur 1990).

El número de montas y el comportamiento de celo en general, tiende a incrementarse cuando hay más de una hembra en calor o próxima al mismo (King, 1990). Por esta razón estas variables son afectadas por la sincronización de estros, fluctuando de 11.2 montas en promedio cuando hay una sola vaca en calor, a 52.6 en promedio cuando hay tres vacas en calor simultáneamente. La duración de la monta también se incrementa de 4.6 ± 1.12 seg. con una vaca en calor, a 7.4 ± 0.41 seg. con tres vacas en calor (Hurnik et. al., 1975).

Esta es una ventaja de la sincronización de calores en bovinos, ya que su conducta tiende a hacerse más evidente y por tanto más fácil de detectar. Cuando se aplican 25 mg. de $\text{PGF}_{2\alpha}$ vía intramuscular a una vaca en diestro se obtiene respuesta a las 58.77 ± 7.2 horas para *Bos taurus*, y 69.25 ± 0.96 horas para *Bos indicus*. (Vázquez, 1983). El rango durante el cual se presenta actividad estral esta entre las 40 y 100 horas post-tratamiento (Orihuela 1985), aunque se ha encontrado alguna actividad estral después de las 100 horas (Brown et. al., 1988). Hurnik et. al., (1975) al comparar estros sincronizados entre vacas agrupadas por edad, encontró una mayor concentración de calores entre vacas por debajo de la edad media.

Johnson (1978) al sincronizar vaquillas con $\text{PGF}_{2\alpha}$ encontró que después de la segunda inyección 11 días después de la primera, se presentó el estro significativamente antes y de manera más compacta. Sin embargo, no encontró diferencia entre la respuesta a la segunda inyección y la respuesta a una sola

inyección aplicada en el día 8 del ciclo. Esto lo explica tentativamente por que al tiempo de la segunda inyección hay un mayor número de vaquillas en los días 7, 8 y 9 del ciclo.

La expresión de los signos de estro, ya sea natural o inducido, también se ve afectada por factores genéticos y ambientales (Plasse et. al., 1970; Hurnik et. al., 1975; Phillips y Schofield, 1990), así como por el tipo de fármaco empleado para inducirlo (Inskeep et. al., 1980; Petit et. al., 1980; Vujosevic et. al., 1980). La evidencia de control genético fue aportada por Olson y Peterson (1951), Bane (1954), Hultnas (1959)).

Bane (1954) trabajando con cinco parejas de gemelos idénticos plantea que el control del comportamiento reproductivo en los machos está principalmente bajo control genético, lo cual parece estar confirmado, para las hembras, por las diferencias en la intensidad de las manifestaciones estrales que se presentan entre las razas lecheras. Por ejemplo la raza Pardo Suiza muestra la actividad estral menos marcada entre las razas lecheras y se ha encontrado que las razas de color negro podrían presentar signos estrales más evidentes que las rojas, ruanas o blancas (Alexander et. al., 1974). Las bases fisiológicas de estas observaciones no son conocidas pero probablemente están bajo control genético (Haupt et. al., 1982).

Otros factores también modifican las manifestaciones estrales, por ejemplo el medio ambiente es muy importante para un comportamiento sexual óptimo. Es obvio que un clima extremo puede inhibir el comportamiento de estro así como instalaciones inadecuadas o demasiados observadores; un piso resbaloso o irregular pueden inhibir la manifestación de la monta. Britt et. al., (1986)

encontraron diferencia significativa en las actividades de monta, en la duración del estro y en la actividad general de vacas Holstein sobre piso de concreto y piso de tierra. Sin embargo, no todos los factores ambientales son detrimentales, en algunos casos la presencia de otro macho puede estimular el comportamiento sexual. Los machos generalmente son más influenciados por el ambiente que las hembras, por eso las hembras son llevadas al corral del macho, en caso de montas controladas, y la introducción al grupo de una vaca extraña en calor, estimula significativamente las montas por vacas detectoras (Alexander et. al., 1984).

Otros factores ambientales tienen una marcada influencia en la expresión de la conducta estral; por ejemplo la hora del día es importante debido a que el inicio del estro ocurre con mayor frecuencia en la noche y cesa en la mañana (Haupt et. al., 1982), y las hembras muestran más signos estrales por la noche (Hurnik et. al., 1975), especialmente si en el rebaño no hay toro (Orihuela et. al., 1988). En este comportamiento nocturno se presenta un pico de actividad entre las 20:00 y las 4:00 horas (Esslemont, 1974a) o bien, dos picos de actividad a la 1:30 y a las 7:00 horas Chicoteau et. al., (1989). Hurnik et. al., (1975) encontraron un número máximo de vacas en calor a las 8:00 h. y un mínimo a las 19:00 h. También el ritmo de las montas nocturnas es mayor, presentándose una media de 9.4 montas por hora a las 0:00 h, a 1.6 montas por hora a las 12:00 horas (Silva-de et. al., 1981). Este ritmo decreciente de montas lo confirman Gwazdauskas et. al., (1983) con 7.7 montas por hora en la noche y 6.0 montas por hora en la mañana. Sin embargo este patrón de comportamiento puede ser modificado por otros factores ambientales.

Uno de estos factores es la temperatura ambiental, que modifica la duración del estro en bovinos de origen Europeo, siendo de 18 horas en promedio en climas fríos y de 10 a 12 horas en promedio en climas cálidos (Bearden et. al., 1982). El patrón de comportamiento nocturno también es afectado por la temperatura; durante la estación con temperatura moderada (17.8 - 24.4° C.) se encontró poca evidencia de mayor actividad estral durante la noche (Pennington et. al., 1986). A temperaturas bajas (1 - 3° C.) se invierte el patrón de mayor actividad nocturna; presentándose un porcentaje significativamente mayor de montas entre las 6:00 y las 18:00 h (73%) que entre las 18:00 y las 6:00 h (27%), y hay significativamente más montas de las 12:00 a las 18:00 h que durante tiempo caluroso (25 ± 0.5° C.). Durante este período el intervalo entre montas fue mayor y las conductas proceptivas como lamer, oler y otras, fueron más numerosas (Pennington et. al., 1985). Sin embargo la temperatura no afectó el número de montas recibidas ni el número total de actividades iniciadas por vaca.

Otro de los factores ambientales que afecta la expresión de los signos de estro es la estabulación. Gwazdauskas et. al., (1983) registran que la actividad de monta más frecuente se presentó en vacas estabuladas (8.7 montas por hora), comparadas con vacas en corrales (6.1 montas por hora) y con vacas en pastoreo (5.5 montas por hora). En los animales estabulados es importante la superficie de apoyo para la manifestación de la conducta de monta y la duración del estro. Las superficies duras y lisas como el concreto tienden a disminuirla, mientras que la tierra o las superficies cubiertas con estiércol seco o con paja las favorecen. Sin embargo el tipo de superficie no tiene efecto sobre las demás conductas estrales (Gwazdauskas et. al., 1983; Britt et. al., 1986; Vailes y Britt, 1990); aunque las conductas como lamer, oler y apoyar la quijada sobre el dorso de la compañera son menos predictorias del estro que la monta (Phillips y Schofield, 1990).

Otros factores que afectan el comportamiento sexual de las hembras pueden ser las experiencias previas y la edad al destete. Houpt et. al., (1982) plantea la necesidad de investigar estos aspectos.

3.-MATERIALES Y MÉTODOS:

El presente trabajo se realizó en la posta bovina de la Escuela Superior de Agricultura dependiente de la Universidad Autónoma de Guerrero, localizada en la carretera Iguala - Tuxpan Km 2, Municipio de Iguala (Gro.), cuya ubicación geográfica es 18° 20' 30" latitud Norte y de 99° 29' 50" longitud Oeste. Su altura es de 790 m.s.n.m..

El clima de la región esta clasificado como AWO (W) (I)g según Köeppen, modificado por García (1973) y descrito como cálido seco con lluvias de verano distribuidas entre Mayo y Octubre, con una precipitación anual de 977.5 mm. La temperatura media mínima es de 22° C. durante el mes de Enero y la media máxima es de 29.8° C. durante el mes de Abril.

3.1.- ANIMALES E INSTALACIONES

Las instalaciones de la posta bovina cuentan con cuatro corrales con capacidad para quince animales cada uno, entre otros. Cada corral consta de una sección con piso de cemento y una sección con piso empedrado y al descubierto. En la primera sección hay dos áreas cubiertas por láminas acanaladas de zinc sostenidas por estructura metálica. Una de estas cubre los comederos y el pasillo central que divide los corrales, correspondiendo 45 m² para cada corral, y la otra

cubre los lugares de descanso (68.4 m^2). Estos lugares se encuentran separados en 15 secciones individuales (echaderos), de 2.64 m^2 cada una, mediante divisores de tubo y su piso esta cubierto por una cama de arena. Además esta sección con piso de cemento tiene un área al descubierto de 90 m^2 .

La sección con piso empedrado está al descubierto en la totalidad de su área que es de 147.2 m^2 . En total el área útil en cada corral es de 350.6 m^2 , correspondiendo 23.37 m^2 por animal.

Cada corral cuenta con bebedero de carga automática con capacidad de 0.32 m^3 , cubo para suministro de sal de 0.18 m^3 y 0.175 m^3 de comedero por animal.

Una semana antes de comenzar el trabajo se seleccionaron, mediante palpación rectal, las hembras no gestantes que presentaron cuerpo lúteo o folículos indicadores de funcionamiento ovárico normal. Las hembras bajo observación se dividieron en dos grupos; en el primer grupo se incluyeron 14 vacas Holstein Friesian adultas que se encuentran entre los 5 y 12 años de edad y con 90 días o más de haber presentado parto. En el segundo grupo se incluyeron 10 vaquillas de la misma raza, entre los 1.5 y 2.5 años de edad y que no han presentado aun su primer parto. Los grupos formados se alojaron en corrales separados en los que permanecieron durante todo el trabajo.

A fin de facilitar la labor de los observadores, los animales fueron marcados con números de identificación a ambos lados del cuerpo, sobre la espaldilla inmediatamente abajo de la cruz y sobre el anca, de modo que no queden ocultos sin importar el ángulo existente entre el animal y el observador. Se usó pintura de

aceite de color naranja, que contrasta igualmente sobre el pelo de color negro o blanco.

La rutina diaria de trabajo no sufrió modificaciones para la realización de los experimentos y consistió en:

4:45 h - Se suministra el 50% de la ración diaria de alimento balanceado que corresponde a cada vaca de acuerdo a su peso corporal y a su producción de leche.

5:00 h - Comienza la primera ordeña.

7:00 h - Termina la primera ordeña.

7:30 h - Se suministra forraje.

12:00 h - Comienza la limpieza de corrales. Los animales son confinados en los asoleaderos.

14:00 h - Termina la limpieza de los corrales.

14:45 h - Se suministra el 50 % de la ración diaria de alimento balanceado que corresponde a cada vaca de acuerdo a su peso corporal y a su producción de leche.

15:00 h - Comienza la segunda ordeña. Durante esta se realizan los trabajos de atención individual a los animales que así lo requieran.

17:00 h - Termina la segunda ordeña.

17:30 h - Suministro de forraje.

3.2.- SINCRONIZACIÓN DE ESTROS:

Se indujo el estro en seis ocasiones consecutivas mediante la aplicación intramuscular de 25 mg de Dinoprost - Trometamina (Lutalyse) a intervalos de 11 días. Antes de la primera aplicación las vacas fueron palpadas para inyectar solamente a las que tenían cuerpo lúteo. En las ocasiones siguientes fueron inyectadas todas las hembras debido a que, por lo menos teóricamente, todas deberían tener un cuerpo lúteo.

En los seis experimentos la presencia de cuerpo lúteo fue confirmada determinando el nivel de progesterona en plasma mediante Radioinmunoensayo realizado en el laboratorio de endocrinología de la F. M. V. Z. de la Universidad Nacional Autónoma de México. La muestra de sangre se obtuvo por punción de la arteria o vena caudal de todas las hembras inmediatamente antes de la aplicación del Dinoprost Trometamina. Se consideró como poseedora de un cuerpo lúteo aquella con niveles iguales o mayores de 1.0 ng. de progesterona/ml de plasma (McDonald 1981). Las muestras de sangre fueron colectadas en tubos de ensayo que contenían Heparina como anticoagulante y se centrifugaron antes de que transcurriera media hora después de extraídas; el plasma obtenido se colectó en un tubo de ensayo limpio y se refrigeró a 4° C inmediatamente después de centrifugado.

Después de cada aplicación de $\text{PGF}_{2\alpha}$ los animales fueron observados y se tomaron datos de manera continua durante 60 h (entre las 40 y 100 horas post-inyección) por equipos de tres estudiantes de la especialidad de Zootecnia de la Escuela. Dos de ellos observaron sendos corrales y el tercero anotó lo que los observadores le dictaron. Los equipos fueron relevados cada 4 horas. Durante las

horas de observación nocturna, el alumbrado de las instalaciones permaneció apagado y los observadores revisaron los animales con linternas de mano.

Los observadores detectaron las siguientes conductas, registrando el número de la vaca activa (la que realiza la conducta) y el de la pasiva (la que recibe la conducta), así como la hora a la que se realizó la actividad:

- Colocar la cabeza sobre el dorso de la compañera.
- Lamer genitales.
- Oler genitales.
- Seguir.
- Posición cabeza contra cabeza.
- Tope no agresivo; se consideró como tope de interés sexual.
- Tope agresivo o de competencia, que sirvió para determinar la Posición jerárquica individual.
- Intento de monta. Cuando la vaca activa no logro apoyarse durante tres segundos sobre la vaca pasiva.
- Monta. Cuando la vaca activa logró apoyarse por tres segundos o más sobre la vaca pasiva.

Estas actividades fueron agrupadas, para efecto de análisis estadístico en: Conductas sexuales, que incluyeron la monta y el intento de monta. Conductas de inspección, que incluyeron la colocación de la cabeza sobre el dorso de la compañera, topeteo no agresivo, seguir y oler o lamer genitales. Conducta de jerarquía, que incluyó solamente el topeteo agresivo. De cada tipo de comportamiento se registró la hora y el número de la hembra activa y de la hembra pasiva.

3.3.- PRUEBAS DE JERARQUÍA EN ESTRO Y DIESTRO

Cuando ya se habían palpado, sangrado y aplicado la primera inyección de $\text{PGF}_{2\alpha}$ y estando aun la mayoría de los animales en diestro, se procedió a hacer una prueba para establecer el rango que cada animal ocupaba en la jerarquía existente en su grupo.

Esta prueba consistió en colocar 20 Kg. de alimento balanceado en un lugar de libre acceso y donde los animales pudieran aproximarse desde cualquier dirección. Se colocaron observadores en las cuatro esquinas del corral, quienes dictaron a un apuntador todas las interacciones entre los animales que acudieron a comer, especificando cual fue el sujeto activo y cual el pasivo durante las mismas. En estas, que fueron interacciones agresivas, resultaron imponiéndose las vacas que ocupaban los escalafones superiores de la jerarquía (Orihuela 1985).

Se apuntó también la colocación relativa de los animales al comienzo de la prueba y después de tres minutos de iniciada la misma, respecto a círculos concéntricos a dos metros de distancia entre ellos y cuyo centro es el lugar donde se depositó el alimento. La duración total de la prueba fue de 15 min.

La prueba se repitió 72 horas después de aplicada la $\text{PGF}_{2\alpha}$, cuando estaban en estro las hembras que respondieron al tratamiento, comparándose el número de interacciones y los animales que tomaron parte en ellas, en una y otra prueba.

El procedimiento de sincronización con pruebas de jerarquía en diestro y estro, se repitió en las primeras cuatro aplicaciones de $\text{PGF}_{2\alpha}$ con 11 días de intervalo.

Para la quinta dosis se dividieron los grupos en dos, tomando la mitad de los animales de cada grupo, de manera aleatoria, e inyectándolos a los 11 y 16 días después de la cuarta dosis. Se intentó con esto encontrar diferencias en el comportamiento individual cuando cambian el número de hembras en celo concomitante. En esta sucesión de seis aplicaciones de $\text{PGF}_{2\alpha}$ se acumularon 360 horas de observación continua.

Para determinar las hembras en calor se utilizó el criterio propuesto por Galina et. al. (1982), y fueron considerados en estro los animales que recibieron tres o más montas dentro de un período de actividad continua, que fue precedido y continuado por cuatro horas de inactividad. Se consideraron necesarias tres montas debido al número de animales que se presentaron en calor simultáneamente.

3.4.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se usó la prueba de χ^2 para estimar las diferencias en la eficiencia de sincronización y el porcentaje de conductas diurnas y nocturnas. Respecto al intervalo tratamiento - hora promedio de inicio del estro, duración del mismo y duración de su fase receptiva, se propuso el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + E_i + Ed_j + e_{ij}$$

donde:

Y_{ij} es la variable de respuesta en el i-ésimo experimento realizada en el j-ésimo grupo de edad. Esta variable puede ser el intervalo tratamiento - hora promedio de inicio de estro o duración del estro o duración de la fase receptiva del estro.

μ es la media de la variable de respuesta bajo análisis.

E_i es el efecto del i-ésimo experimento.

E_{dj} es el efecto del j-ésimo grupo de edad, que puede ser vacas o vaquillas.

e_{ij} es el efecto del error aleatorio que se asume normal e independientemente distribuido con media cero y varianza σ^2_e .

Se utilizó la técnica del análisis de varianza descrito por Steel and Torrie (1985).

La estimación de las diferencias para las mismas variables dentro de cada grupo de edad, se obtuvieron mediante pruebas de comparación de medias de Tukey (Steel and Torrie 1985).

El rango ordinal de jerarquía y el índice de dominancia fueron calculados siguiendo el procedimiento descrito por Boyd et. al. (1983). El rango ordinal de jerarquía asigna un lugar a cada animal en una escala descendente lineal, desde 1 hasta n. El índice de dominancia asigna un valor numérico a cada individuo, que representa el grado o la intensidad de la dominancia. Los valores menores corresponden a los animales más dominantes; así al animal poseedor del valor más bajo del índice de dominancia le corresponderá el primer lugar del rango ordinal de jerarquía y al valor más alto, el último lugar. El promedio del índice de dominancia puede compararse estadísticamente entre experimentos o grupos de edad, para determinar entre cuales se presentó competencia con mayor intensidad.

Se usó la Correlación de Pearson (Steel y Torrie 1985) para calcular el grado de interrelación de los índice de dominancia obtenidos durante los períodos de observación continua y los correspondientes a las pruebas de jerarquía en estro y diestro.

El comportamiento agresivo de vacas y vaquillas, cuando compitieron por alimento en las pruebas de jerarquía, se comparó usando la prueba de Mann - Whitney (Leach 1982) para muestras de tamaño desigual donde $n_1 < n_2$, asignando rangos a las observaciones de ambas muestras en orden ascendente. Los rangos de la muestra más pequeña se totalizan (T) y se calcula T':

$$T' = n_1 (n_1 + n_2 + 1) - T$$

se pueden usar la media y la desviación estándar dadas en las siguientes fórmulas:

$$\mu_T = \frac{n_1(n_1 + n_2 + 1)}{2} \quad \text{y} \quad \sigma_T = \frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}$$

que tienen una distribución aproximadamente normal y calcular el estadístico Z.

$$Z = \frac{T - \mu_T}{\sigma_T}$$

Para determinar si el número de interacciones en las pruebas anteriores fue diferente entre vacas y vaquillas y entre estro y diestro, se usó la prueba de correlación de rangos de Spearman (Leach 1982).

$$p = 1 - \frac{6D}{n(n^2 - 1)}$$

donde:

p = Estadístico de Spearman,

6 es constante

D es la sumatoria de $(X_i - Y_i)^2$. Los valores X_i y Y_i son los rangos asignados a cada grupo.

Se estimó el efecto de las variables independientes que contribuyeron de manera significativa en los cambios de las variables de respuesta. Las variables de respuesta que se sometieron a análisis son: total de conductas activas (CA) y total de conductas pasivas (CP); conductas de sexo activo (SA) y conductas de sexo pasivo (SP); conductas de inspección activa (IA) y conductas de inspección pasiva (IP); conductas de jerarquía activa (JA) y conductas de jerarquía pasiva (JP). Para este efecto se propuso el modelo lineal aditivo descrito a continuación:

$$Y_{ijklm} = \mu + E_i + E_dj + I(E_d)_k + CL_m + (D \cdot E)_{ij} + e_{ijklm}$$

donde:

Y_{ijklm} es la variable de respuesta en el i-ésimo experimento, en el j-ésimo grupo de edad, realizado por el k-ésimo individuo, que está anidado en uno de dos grupos de edad y se encuentra en el m-ésimo estado de actividad ovárica.

μ es la media de la variable de respuesta bajo análisis.

E_i es el efecto del i-ésimo experimento

E_d es el efecto del j-ésimo grupo de edad

$I(E_d)_k$ es el efecto individual de la k-ésima hembra, anidada en uno de dos grupos de edad (vacas o vaquillas)

CL_m es el efecto del m-ésimo estado ovárico (Con o sin cuerpo lúteo al inyectarse).

$(D \cdot E)_{ij}$ es el efecto de la interacción del i-ésimo experimento con la j-ésima edad.

e_{ijklm} es el efecto del error aleatorio que se asume normal e independientemente distribuido con media cero y varianza σ^2_e .

Se utilizó la técnica del análisis de varianza descrito por Steel y Torrie (1985).

La covarianza entre el rango ordinal de jerarquía o el índice de dominancia y las variables de respuesta enumeradas anteriormente se estimó por separado para cada grupo de edad, mediante un modelo lineal aditivo que incluyó los efectos lineal, cuadrático y cúbico del número de experimento, quedando como sigue:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_1 (R.O.J)_{ij} + \beta_2 E_i + \beta_3 E_i^2 + \beta_4 E_i^3 + Id_k + e_{ij}$$

o bien el modelo

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_1 (I.D.)_{ij} + \beta_2 E_i + \beta_3 E_i^2 + \beta_4 E_i^3 + Id_k + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ijk} es la variable de respuesta bajo estudio que representa la actividad en el i -ésimo experimento, con el j -ésimo rango ordinal de jerarquía, realizado por el k -ésimo individuo.

μ es la media de la variable de respuesta.

$(R.O.J)_{ij}$ es la j -ésima covariable rango ordinal de jerarquía en el i -ésimo experimento.

$(I.D.)_{ij}$ es la j -ésima covariable índice de dominancia en el i -ésimo experimento.

E_i es el efecto del i -ésimo experimento.

Id_k es el efecto del k -ésimo individuo.

β_1 es el coeficiente del j -ésimo rango ordinal de jerarquía en el i -ésimo experimento.

β_2 es el coeficiente para el efecto lineal del i -ésimo experimento.

β_3 es el coeficiente para el efecto cuadrático del i-ésimo experimento.

β_4 es el coeficiente para el efecto cúbico del i-ésimo experimento.

e_{ijk} es el efecto del error aleatorio que se asume normal e independientemente distribuido con media cero y varianza σ^2_e .

Para la estimación de la repetibilidad o la tendencia de las hembras a mantener su rango ordinal de jerarquía se usó la prueba de rangos de Friedman (Leach 1982) en el que los animales se ordenaron de acuerdo a su rango desde 1 hasta k y los experimentos se ordenaron desde 1 hasta n. La fórmula utilizada es:

$$Q = -3n(k + 1) + \frac{12 \sum R_i^2}{nk(k + 1)}$$

Donde:

Q es el estadístico de Friedman.

3, 12 son constantes.

$\sum R_i^2$ es la suma de los rangos al cuadrado.

k es el número de animales

n es el número de experimentos.

La magnitud de la tendencia a conservar su lugar dentro del rango ordinal de jerarquía fue estimado usando el coeficiente de concordancia de Kendall (Leach 1982), cuya fórmula es:

$$W = \frac{Q}{n(k - 1)}$$

Donde:

W es el coeficiente de concordancia de Kendall.

Q es el estadístico de Friedman.

k es el número de animales.

n es el número de experimentos.

El coeficiente de correlación de rangos de Spearman (Leach 1982) es el promedio de todos los coeficientes de correlación de rangos posibles entre los seis experimentos y se usó para estimar la magnitud de la similaridad del rango ordinal de jerarquía ocupado por cada animal dentro de su grupo. La fórmula utilizada es:

$$P_{\text{prom.}} = \frac{nW - 1}{n - 1}$$

Donde:

$P_{\text{prom.}}$ es el estadístico de Spearman

n es el número de experimentos

W es el estadístico de Kendall.

Para las manifestaciones estrales se presentó un caso diferente que para el rango ordinal de jerarquía. Mientras que en el último se contó con un valor para cada animal en todos los experimentos, en las variables como hora post-tratamiento de inicio de estro, duración del mismo y duración de su fase receptiva, además de conductas de sexo, de inspección y de jerarquía no fue así, pues no todos los animales presentaron calor en todos los experimentos. Por esta razón, a los animales que no presentaron estro se les asignó un rango y se consideraron empatados en el mismo. Se utilizó entonces la técnica del rango promedio para el tratamiento de empates, que consiste en asignarles el promedio de los rangos que hubieran recibido en caso de no haber estado empatados. Posteriormente se realizó la prueba de rangos de Friedman ajustada para empates (Leach 1982), cuya fórmula es:

$$Q = \frac{-3n(k+1) + \frac{12 \sum R_i^2}{nk(k+1)}}{1 - \frac{T}{n(k^3 - k)}}$$

Donde:

Q es el estadístico de Friedman cuando hay empates

12 es constante

n es el número de experimentos

k es el número de animales

$\sum R_i^2$ es la sumatoria de los rangos al cuadrado

T es la corrección para empates que se calcula como $\sum(t_i^3 - t_i)$ siendo t_i el número de empates en cada experimento.

La magnitud de la tendencia a conservar su lugar dentro del rango y la medida de la similaridad del rango ocupado por cada animal dentro de su grupo, se estimaron mediante el coeficiente de concordancia de Kendall y el coeficiente de correlación de rangos de Spearman respectivamente, descritos anteriormente.

El estudio de las asociaciones afiliativas y de competencia dentro de los grupos de edad se hizo mediante el análisis de conglomerados (Cluster analysis) (Ghett 1978), empleando el método del vecino más lejano y usando el recíproco del número de conductas como valor de la distancia entre individuos. Se propuso considerar como significativos los conglomerados formados por los individuos que tuvieron un número de interacciones igual o mayor que el promedio del grupo correspondiente.

La correlación entre los estimadores de jerarquía y el número de conductas esterales en vacas y vaquillas se estimó mediante el coeficiente de correlación de

XY. En virtud del diferente número de comportamientos considerados para cada conducta evaluada, por ej: la conducta de sexo incluye monta e intento de monta; la conducta de inspección incluye lamer y oler genitales, seguir, topeteo no agresivo y poner la cabeza sobre el dorso de la compañera y la conducta de jerarquía incluye solamente el topeteo agresivo; se propuso usar el valor normalizado de los datos de estas conductas con el propósito de dar un valor relativo semejante a cada una de ellas. El coeficiente de correlación propuesto es:

$$\text{Coeficiente de Correlación de XY} = \frac{S_{XY}}{S_X S_Y}$$

donde:

S_{XY} son las desviaciones de X y de Y.

S_X son las desviaciones de X.

S_Y son las desviaciones de Y.

4.- RESULTADOS

4.1.- NIVELES DE PROGESTERONA EN PLASMA

Los resultados de la concentración de progesterona al momento de la inyección de la $PGF_{2\alpha}$ en cada una de las seis aplicaciones se ilustran en el Cuadro 1. Como puede observarse en este cuadro, de un total de 14 vacas y 10 vaquillas, presentaron cuerpo lúteo (concentración ≥ 1.0 ng. de progesterona/ml de plasma) al momento de la primera a aplicación de la $PGF_{2\alpha}$ 8 vacas (57%) y 7 vaquillas (70%). Para la segunda aplicación lo presentaron 14 vacas (100%) y 9 vaquillas (90%). En la tercera aplicación, 12 vacas (86%) y 10 vaquillas (100%). En la

cuarta aplicación, 12 vacas (86%) y 10 vaquillas (100%) lo tenían. En la quinta aplicación en la que se inyectaron la mitad de las vacas y de las vaquillas, lo presentaron 5 (71%) y 4 (80%) respectivamente. En la sexta aplicación, en el que se inyectaron la otra mitad de las vacas y de las vaquillas, presentaron cuerpo lúteo 4 vacas (57%) y 3 vaquillas (60%). Es de notarse que el uso de $\text{PGF}_2\alpha$ mostró la tendencia a aumentar el porcentaje de animales con cuerpo lúteo, 11 días después de su aplicación.

Cuadro 1.- Concentraciones de Progesterona en ng./ml. de plasma en vacas y vaquillas antes de la aplicación de la PGF₂α.

VACAS	APLICACIÓN					
	1	2	3	4	5	6
A	0.5	5.7	4.4	1.1	S.T.	0.3.
B	N.D.	1.5	1.5	1.6	1.5	S.T.
1	2.0	1.7	2.3	1.1	S.T.	1.3
2	1.3	2.9	2.6	1.0	0.4	S.T.
3	0.3	1.6	0.1	2.4	S.T.	0.4
4	1.3	0.4	0.3	2.1	S.T.	1.6
5	N.D.	2.2.	1.9	1.9	S.T.	1.8
6	1.1	2.3	1.9	0.3	1.0	S.T.
7	1.1	2.9	2.3	2.9	1.2	S.T.
8	1.5	1.3	2.3	1.0	1.2	S.T.
9	1.7	2.9	3.3	4.2	S.T.	1.3
10	0.2	2.2	2.7	2.4	1.0	S.T.
11	0.2	3.1	3.0	2.7	0.5	S.T.
12	1.2	4.2	5.3	0.3	S.T.	1.2
Vaquillas						
C	0.3	3.2	3.6	3.0	1.2	S.T.
D	0.4	4.6	23.5	1.3	S.T.	0.1
14	1.7	4.0	4.3	3.3	S.T.	1.5
15	1.7	5.0	7.9	2.1	0.4	S.T.
16	2.	36.7	3.5	3.1	1.1	S.T.
17	1.2	3.5	2.7	2.9	S.T.	1.4
18	1.5	3.4	2.9	1.6	S.T.	1.8
19	2.1	2.6	4.2	1.9	1.9	S.T.
20	0.2	N.D.	1.4	3.3	1.0	S.T.
21	2.5	5.1	2.7	1.2	S.T.	0.5

S.T. Hembra sin tratamiento; N.D. progesterona no detectable.

4.2.- EFICIENCIA DE SINCRONIZACIÓN:

La eficiencia de sincronización se definió como el porcentaje de animales que presentaron calor entre las 40 y 100 horas siguientes a que se les administrara $\text{PGF}_{2\alpha}$ en presencia de un cuerpo lúteo funcional. En promedio para las seis aplicaciones la eficiencia de sincronización (Cuadro 2) fue del 68% en las vacas y del 74% en las vaquillas.

Cuadro 2.- Eficiencia de sincronización en vacas y vaquillas en las seis aplicaciones de $\text{PGF}_{2\alpha}$.

Aplica.	Vacas			Vaquillas		
	Cl+PG	Estro	(%)	Cl+PG	Estro	(%)
1	8	6	75	7	5	71
2	14	10	71	9	7	78
3	12	9	75	10	5	50
4	12	5	72	10	9	90
5	5	4	80	4	4	100
6	5	4	80	3	2	67
Total	56	38	68	43	32	74

Cl+PG = Número de animales con cuerpo lúteo que recibieron $\text{PGF}_{2\alpha}$.

Estro = Número de animales que manifestaron estro.

(%) = Porcentaje de animales que respondieron al tratamiento.

No existe diferencia entre grupos ($p < 0.05$).

En el cuadro 3 puede observarse la secuencia en que se combinaron, en los animales tratados, los factores de presencia o ausencia de cuerpo lúteo y presencia o ausencia de manifestaciones estrales como respuesta al tratamiento

con $\text{PGF}_2\alpha$. Es evidente que la respuesta a la sincronización fue mejor en la segunda, tercera y cuarta aplicación tanto en las vacas como en las vaquillas, lo cual es lógico puesto que había más animales con cuerpo lúteo. Son de notarse dos condiciones especiales en este cuadro: Primero, que en 28 ocasiones se presentó el caso de animales que poseían cuerpo lúteo en su período de diestro y fueron inyectadas con $\text{PGF}_2\alpha$, sin que manifestaran conductas de celo, por ejemplo las vacas A y B lo hicieron en tres ocasiones consecutivas y las vacas 4 y 12 en dos ocasiones. Solamente 6 de las 14 vacas (43%) no presentaron esta condición (Nos. 3, 6, 7, 8, 9 y 11) en ningún experimento. En las vaquillas, la No. 15 no presentó estro a pesar de inyectarse cuando tenía un cuerpo lúteo en tres ocasiones consecutivas y la 17 en dos. Unicamente 3 de 10 vaquillas no lo presentaron en ninguna ocasión (C, D y 20). Segundo, que cuatro vacas (A, 3, 6 y 9) y cuatro vaquillas (D, 15, 20 y 21) que no poseían cuerpo lúteo en alguna de las primeras cuatro aplicaciones, o que no fueron inyectadas en el quinto y sexto, presentaron comportamiento de estro. Es notable el caso de la vaca 3 que presentó celo en dos ocasiones y comportamiento de estro en cuatro ocasiones, sin que en estas últimas tuviera cuerpo lúteo; es decir que presentó, en cuatro de los seis experimentos, comportamiento de celo sin la presencia de un cuerpo lúteo al momento de la inyección de $\text{PGF}_2\alpha$.

Cuadro 3.-.- Manifestación de estro y presencia de cuerpo lúteo en vacas y vaquillas.

Vacas	Aplicación					
	1	2	3	4	5	6
A	X	*	*	*	S.T.	∅
B	X	*	*	*	◆	S.T.
1	*	◆	◆	*	S.T.	◆
2	◆	◆	◆	*	X	S.T.
3	∅	◆	∅	◆	∅	∅
4	*	*	X	◆	S.T.	◆
5	X	◆	◆	*	S.T.	*
6	◆	◆	◆	∅	◆	S.T.
7	◆	◆	◆	◆	◆	S.T.
8	◆	◆	◆	◆	◆	S.T.
9	◆	◆	◆	*	S.T.	◆
10	◆	◆	◆	*	*	S.T.
11	X	◆	◆	◆	X	S.T.
12	◆	*	*	X	S.T.	◆
VAQUILLAS						
C	X	◆	◆	◆	◆	S.T.
D	X	◆	◆	◆	S.T.	∅
14	*	◆	◆	◆	S.T.	*
15	◆	*	*	*	∅	S.T.
16	◆	◆	*	◆	◆	S.T.
17	◆	*	*	◆	S.T.	◆
18	◆	◆	◆	◆	S.T.	◆
19	◆	◆	*	◆	◆	S.T.
20	∅	X	◆	◆	◆	S.T.
21	◆	◆	*	◆	S.T.	∅

◆ = Hembra con cuerpo lúteo al inyectarse, que presentó estro; ∅ = Hembra sin cuerpo lúteo al inyectarse, que presentó estro; * = Hembra con cuerpo lúteo al inyectarse, que no presentó estro; X = Hembra sin cuerpo lúteo al inyectarse, que no presentó estro; S.T. = Hembra sin tratamiento.

4.3.- CARACTERÍSTICAS DEL ESTRO:

4.3.1.- HORA DE INICIO:

El intervalo entre la aplicación de la $\text{PGF}_{2\alpha}$ y el comienzo del estro se dispersa poco alrededor de la media (54.6 ± 16.5 horas), mostrando alguna asimetría hacia valores menores (Mediana = 49.5 h.). Como puede observarse en el cuadro 4, en los experimentos 2, 3 y 5, las vacas presentaron estro en promedio antes de 50 horas post - tratamiento, mientras las vaquillas solo lo hicieron, en ese período, en el experimento 3. En estos casos los coeficientes de variación respectivos de 11.6%, 9.9% y 10.6% en vacas y 2.9% en vaquillas mostraron cierta asociación entre la respuesta estral temprana y una sincronización más compacta. Los coeficientes de variación de los demás experimentos oscilan entre 17% y 51%.

Las variables involucradas en las diferencias de la hora de entrada en calor, se evaluaron mediante un análisis de varianza cuyo resultado muestra diferencia significativa debida al número de experimento ($p < 0.01$). El grupo de edad (vaca - vaquilla) ($p < 0.94$) y el individuo ($p < 0.24$) no contribuyeron a la variación del intervalo tratamiento - comienzo del estro.

Cuadro 4.- Prueba de Tukey para la hora de comienzo del estro en vacas después de la aplicación de la PGF_{2α}.

Aplic.	n	Prom. ±	D.E.	C.V.
1	6	72.3	22.6 a	30.8
2	10	45.8	5.3 b	11.6
3	9	46.2	4.6 b	9.9
4	5	64.1	33.0 a	51.5
5	4	48.0	5.1 a	10.6
6	4	62.1	10.7 a	17.2

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

Cuadro 5.- Prueba de Tukey para la hora de comienzo del estro en vaquillas después de la aplicación de la PGF_{2α}.

Aplic.	n	Prom. ±	D.E.	C.V.
1	5	71.3	16.0 a	22.4
2	7	53.0	13.5 a	25.5
3	5	41.4	1.2 b	2.9
4	9	56.6	16.8 a	29.7
5	4	56.6	21.2 a	37.4
6	2	62.8	0.0 c	0.0

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

c = La Desviación Estándar de cero en el sexto experimento para las vaquillas se debe a que en esa ocasión respondieron al tratamiento solamente dos animales, que comenzaron su estro simultáneamente.

4.3.2.- CONDUCTAS DIURNAS Y NOCTURNAS:

El comienzo del estro se presentó con mayor frecuencia en el día que en la noche, ya que el 65.8% de las vacas ($n = 25$) y el 62.5% de las vaquillas ($n = 20$) iniciaron su calor entre las 6:00 y las 17:59 horas, mientras el 34.2% de las vacas ($n = 13$) y el 37.5% de las vaquillas ($n = 12$) lo hicieron en la noche (18:00 a 5:59 horas), sin que haya diferencia significativa entre individuos ni entre grupos ($p < 0.05$). La cantidad de conductas realizadas en el día y en la noche por las vacas y las vaquillas (gráficas 1 y 2) no fueron estadísticamente diferentes ($p < 0.01$) y sus correspondientes porcentajes pueden verse en el Cuadro 6.

4.3.3.- DURACIÓN DEL ESTRO:

El promedio general de duración del estro es de 19.6 ± 7.6 h., aunque el intervalo entre el calor más corto y el más largo fue de 36.4 h., la duración del mismo varía poco alrededor de la media. El coeficiente de variación es de 38.8%. El promedio de duración para las vacas fue de 18.1 ± 7.2 h. y para las vaquillas de 21.4 ± 7.3 h.. (Cuadro 7).

Cuadro 6.- Porcentaje de conductas presentadas en el día y la noche, en las vacas y las vaquillas.

Aplic.	Vacas			Vaquillas		
	n	Día	Noche	n	Día	Noche
1	1571	67	33	1830	49	51
2	2104	39	61	2682	61	39
3	1491	56	44	1074	62	38
4	1708	40	60	2365	58	42
5	1014	48	52	1744	77	23
6	924	52	48	503	36	64

n = Total de conductas realizadas en cada experimento. El número de conductas realizadas en el día y la noche no difieren estadísticamente ($p < 0.01$).

Cuadro 7.- Duración promedio del estro en vacas (n = 38) y vaquillas (n = 32).

Aplic.	Vacas		Vaquillas	
	Duración	D.E.	Duración	D.E.
1	16.0	7.6	19.0	4.8
2	20.8	6.2	24.5	8.6
3	18.5	6.3	22.6	5.8
4	17.1	11.5	21.1	7.6
5	18.0	3.5	17.8	6.8
6	15.3	1.5	19.0	2.3
Prom.	18.1	7.2	21.4	7.3

La duración promedio del estro no fue diferente entre grupos ($p < 0.01$).

La prueba de Tukey hecha para determinar entre cuales individuos hubo diferencia en la duración del estro dio el siguiente resultado.

Cuadro 8.- Prueba de Tukey para duración promedio del estro en las vacas.

Vaca	n (obs)	Prom. (h)	D.E.	Agrupamiento
3	2	28.2	0.8	a
7	5	26.5	2.7	a b
2	3	24.0	5.6	a b c
8	5	21.7	5.9	a b c
6	4	16.8	1.3	b c
11	3	15.9	4.7	b c
5	2	15.5	2.0	b c
1	2	13.1	0.5	c
12	2	12.7	3.0	c
9	4	12.5	2.6	c
10	2	12.3	1.8	c
4	2	10.3	5.3	c

Individuos con la misma letra no son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$).

Entre las vaquillas no se presentaron diferencias en la duración promedio del estro, por lo que la diferencia obtenida para la edad en el análisis de varianza anterior, puede deberse a las variaciones presentadas dentro del grupo de vacas.

4.3.4.- DURACIÓN DE LA FASE RECEPTIVA DEL ESTRO:

El coeficiente de variación de la fase receptiva del estro de 53.9% indica una mayor dispersión alrededor de la media que la duración del estro (38.8%). Estas pueden observarse en el Cuadro 9.

Cuadro 9.- Duración de la fase receptiva del estro \pm desviación estándar en vacas (n = 38) y vaquillas (n = 32).

Aplic.	Vacas			Vaquillas		
	Prom \pm	D.E.	C.V.	Prom \pm	D.E.	C.V.
1	10.3	6.1	59.2	15.0	6.4	42.7
2	13.3	7.7	57.9	17.9	6.3	35.2
3	10.3	6.1	59.2	17.8	4.9	27.5
4	15.4	10.4	67.5	15.5	9.0	58.1
5	13.4	6.3	47.0	15.2	3.9	25.6
6	11.4	5.8	50.9	16.8	0.2	1.2
Prom.	12.2	5.6	45.9	16.4	6.8	41.4

Los grupos no fueron estadísticamente diferentes ($p < 0.01$).

Un análisis de varianza mostró que las diferencias se deben a los efectos de individuo ($p < 0.004$) y de edad ($p < 0.001$), pero no al número de experimento ($p < 0.82$). Las diferencias entre individuos del grupo de vacas y de vaquillas fueron determinadas mediante pruebas de Tukey.

Cuadro 10.- Prueba de Tukey para la duración de la fase receptiva del estro en el grupo de vacas.

Vaca	n (obs)	Prom. (h)	D.E.	Agrupamiento
3	2	26.2	3.2	a
7	5	23.4	2.3	a
2	3	12.2	3.0	b
8	5	11.1	8.9	b
6	4	11.0	2.0	b
9	4	10.3	6.9	b
4	2	9.7	4.8	b
1	3	9.5	3.6	b
10	2	7.2	2.0	b
5	2	7.0	3.0	b
11	3	6.3	3.8	b
12	2	3.8	3.1	b

Individuos con la misma letra no son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$).

Como puede observarse en el cuadro anterior, se formó un grupo de tres vacas (3, 7 y B) con fases receptivas muy largas, que se diferencian del resto con duraciones menores. Es interesante anotar que las vacas 3 y 7 interactuaron consistentemente en cinco de los seis experimentos.

En la prueba correspondiente, (Cuadro 11) las vaquillas tuvieron un período receptivo del estro que presenta una dispersión menor.

Cuadro 11.- Prueba de Tukey para la duración de la fase receptiva del estro en vaquillas.

Vaquilla	n (obs)	Prom. (h)	D.E.	Agrupamiento
D	3	26.4	1.2	a
14	3	21.3	4.2	a b
17	3	19.5	3.0	a b
19	4	17.6	4.2	a b
20	3	16.5	5.5	a b
18	4	14.2	8.1	a b
21	3	14.1	8.5	a b
16	4	14.0	1.4	a b
C	4	11.7	7.5	a b

Individuos con la misma letra no son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$).

Dentro del grupo de las vaquillas se presentó diferencia solamente entre las identificadas como D y 15. La vaquilla 15 muestra un valor muy bajo (3.3 horas), en comparación con el resto del grupo. Así, la diferencia entre la primera y novena vaquilla es de 14.7 horas, mientras que entre la novena y la décima es de 8.4 horas, lo que representa el 72% del lapso anterior.

4.4.- DESARROLLO CONDUCTUAL DEL ESTRO:

4.4.1.- CONDUCTAS SEXUALES:

El desarrollo de estas conductas puede observarse en las gráficas 3 a 8. Para las vacas y vaquillas en el primer experimento (gráfica 3) se observa el inicio de las manifestaciones estrales, como respuesta a la inyección de $\text{PGF}_{2\alpha}$, fue alrededor de la hora 40, pero aún transcurridas 60 horas, las actividades no habían cesado completamente. La respuesta a la sincronización se presentó dispersa a lo largo de ese lapso, tanto en vacas como en vaquillas. La secuencia de conductas presenta un perfil irregular en el que las vacas presentaron una ligera concentración de actividad entre las 55 y las 73 horas mientras las vaquillas presentaron actividad un poco más concentrada entre las 82 y las 97 horas.

En el segundo experimento (gráfica 4) la respuesta presentó un perfil diferente. Las vacas iniciaron la actividad estral significativamente antes que en el primer experimento ($p < 0.05$). La actividad se presentó concentrada entre las 55 y las 67 h.. Este pico de actividad alcanzó casi las 200 conductas en un período de 3 horas lo cual nos indica una manifestación conductual intensa, debido probablemente a la simultaneidad con que se presentaron los estros. En las vaquillas se presentó una respuesta más dispersa y se ven dos picos de actividad, uno entre las 40 y las 52 h. y otro entre las 67 y las 85 h. Esto resulta en una hora promedio de comienzo del estro posterior a la de las vacas con una desviación estándar mayor (45.8 ± 5.3 vs 53.0 ± 13.5 horas).

En el tercer experimento (gráfica No. 5) las vacas presentan una respuesta similar a la del segundo experimento, con un pico de actividad más o menos definido pero de menor intensidad y con un pequeño repunte de actividad hacia el final del

estros. La hora promedio de comienzo del estro es de 46.2 ± 4.6 h. y similar al experimento 2. La curva correspondiente a las vaquillas coincide con la de las vacas, no solamente en cuanto a la hora de comienzo y hora de final, sino de la presencia de ese pequeño pico hacia la hora 70. En este experimento la hora promedio de entrada en calor de las vaquillas es estadísticamente diferente ($p < 0.05$) del primero y segundo experimentos.

En el cuarto experimento (gráfica 6) puede verse algo similar que en el tercero, con una pequeña variación en la hora promedio de comienzo del estro entre vacas y vaquillas (64.1 ± 33 vs 56.6 ± 16.8 horas). Puede observarse en la misma gráfica la mayor intensidad de las manifestaciones estrales de las vaquillas.

Es de notarse que en las vacas la respuesta estral es estadísticamente igual en los experimentos 2, 3 y 4; mientras en las vaquillas son estadísticamente iguales los experimentos 3 y 4. En estas solamente se obtuvo un pico de actividad sexual claramente definido después de tres dosis de $\text{PGF}_{2\alpha}$, entre las 43 y 73 horas post-tratamiento (gráfica 3).

Como está indicado en el capítulo de materiales y métodos, en el quinto experimento se inyectaron la mitad de las vacas ($n = 7$) y la mitad de las vaquillas ($n = 5$) escogidas aleatoriamente, lo cual afectó su respuesta estral, (gráfica 7). En ella se observa un perfil de comportamiento disperso, sin los picos de actividad de los experimentos anteriores. Las vacas se mostraron activas entre las 40 y las 76 horas mientras las vaquillas se dispersaron aun más, entre las 40 y las 100 horas, continuando activas después del tiempo límite de observación (100 horas post-tratamiento).

El mismo fenómeno se manifiesta en el experimento No. 6 (gráfica No. 8), en el que se inyectaron la otra mitad de las vacas y de las vaquillas. Las vacas dispersaron su actividad a lo largo de las 60 horas de observación, mientras las vaquillas la concentraron entre las 67 y las 79 horas, formando un pico de actividad diferente de los experimentos 3 y 4.

4.4.2.- CONDUCTAS DE INSPECCIÓN Y JERARQUÍA:

El desarrollo de las conductas de inspección pueden verse a partir de la gráfica 9 hasta la 14. En estas gráficas se observa un patrón de comportamiento muy similar al desarrollado para las conductas sexuales en los seis experimentos. En el primer experimento (gráfica 9), en las vacas, puede verse una sucesión de picos que abarcan todo el período de observación, y que no habían cesado completamente después de 100 horas. En las vaquillas se observa una tendencia similar, hasta la hora 82 cuando se inicia un incremento de la actividad que sobrepasa las 150 conductas en un período de 3 horas y que termina en la hora 97, después de la cual hubo un pequeño repunte de actividad que no había cesado en la hora 100.

En el segundo experimento (gráfica 10) la actividad de inspección se inició un poco antes de la hora 40 en las vaquillas y continuó desarrollándose con baja intensidad, (menos de 60 conductas en tres horas) hasta la hora 73 en que se produjo un incremento que duró hasta la hora 88. En las vacas, la actividad de inspección comenzó alrededor de la hora 40, y en la hora 55 se inició un incremento, que en la hora 61 alcanzó más de 150 conductas en tres horas. Posteriormente descendió para terminar en la hora 73. Tanto en vacas como en vaquillas, la actividad había cesado en la hora 100.

En el tercer experimento (gráfica 11), la actividad de inspección se inicia hacia la hora 43 y termina en la hora 73 en vacas y vaquillas. Las primeras mantienen una actividad más constante en la primera mitad de este período. Las vaquillas presentan dos picos entre las 43 y las 49 horas y entre las 61 y 67 horas, coincidiendo este último, con un incremento de conductas en las vacas. A diferencia de los dos primeros experimentos, en este, la actividad de vacas y vaquillas comienza y termina simultáneamente.

En el cuarto experimento (gráfica 12) la actividad de inspección se inicia hacia la hora 40 en los dos grupos de edad y se concentra en un período de actividad intensa, alrededor de 150 conductas en tres horas, que termina en la hora 67. Posteriormente las vaquillas presentan dos pequeños picos de actividad poco intensa (menos de 50 conductas en 3 horas).

Como se mencionó en la descripción de las conductas sexuales (numeral 4.4.2.), en el experimento 5 se inyectó a la mitad de las vacas ($n = 7$) y de las vaquillas ($n = 5$) lo cual modificó la manifestación del estro. Para las conductas de sexo (gráfica 7) igual que para las conductas de inspección (gráfica 13), la actividad se presentó dispersa en las 60 horas de observación formando un patrón irregular, a diferencia de los tres experimentos anteriores (2, 3 y 4), (gráficas 8, 9 y 10 respectivamente) en los que se concentró en períodos definidos de actividad intensa (entre 100 y 150 conductas en tres horas). Una respuesta similar se observó en el experimento 6 (gráfica 14), en el que fueron inyectados la otra mitad de los animales. En los últimos dos experimentos (gráficas 13 y 14), la actividad fue poco intensa, manteniéndose por debajo de las 50 conductas en tres horas. Solamente en el experimento 5 las vaquillas llegaron a cerca de 80 conductas entre las horas 91 y 94.

El desarrollo de los comportamientos de jerarquía puede verse en las gráficas 15 a 20. Estas conductas se manifestaron siguiendo un patrón muy similar al de las conductas sexuales y las conductas de inspección. Por ejemplo, en el primer experimento (gráfica 15) se presenta actividad dispersa formando picos irregulares a lo largo de las 60 horas. En el experimento 2 se observan picos definidos de actividad intensa (entre 100 y 190 conductas en tres horas), presentándolo primero las vacas (hora 61) y después las vaquillas (hora 82), tal como sucede en las conductas sexuales (gráfica 4) y en las conductas de inspección (gráfica 10). En el tercer experimento (gráfica 17) el comienzo y fin de la actividad es simultáneo en vacas y vaquillas y ambas coinciden en un pico de actividad en la hora 64, de la misma manera que con las otras conductas de ese experimento (gráficas 5 y 11). En el cuarto experimento (gráfica 18) las conductas de competencia se concentran entre las 40 y las 70 horas, del mismo modo en que lo hicieron las actividades de sexo e inspección (gráficas 6 y 12) alcanzando entre 100 y 150 conductas en tres horas. A partir de la hora 70 la actividad es escasa (menos de 50 conductas en el mismo lapso); y en los experimentos 5 y 6 (gráficas 19 y 20) nuevamente se dispersa la actividad a lo largo de 60 horas tal como sucedió con las conductas de sexo e inspección. Probablemente el incremento general en la cantidad de topes agresivos se deba a la ruptura de la estructura social provocada por la presencia simultánea de varias vacas en calor.

4.4.3.- COMPORTAMIENTO ESTRAL POR EXPERIMENTO:

Estos resultados pueden verse a partir de la gráfica No. 21 y hasta la gráfica No. 32, en las que se han agrupado de forma diferente. En estas se han incluido las curvas correspondientes a las conductas sexuales, de inspección y de jerarquía por experimento y por grupo de edad. Así, en el experimento 1 (gráfica No. 21) las

vacas tienen un patrón conductual bastante similar en los tres tipos de conducta. Esto incluye la hora de comienzo y de final para cada actividad. Las conductas de inspección son ligeramente superiores al comienzo del estro, pero descienden hacia la hora 52 y posteriormente permanecen por debajo de las conductas sexuales. En las vaquillas, (gráfica No. 22) el estro comienza con mayor número de actividades de inspección y de jerarquía, pero hacia la hora 52 bajan al nivel de las conductas sexuales. En un pico de actividad que se inicia en la hora 82, las actividades de inspección son bastante mayores que el resto de conductas.

En el segundo experimento (gráfica No. 23) se ven nuevamente, en las vacas, que las conductas de inspección y de jerarquía comienzan antes que las sexuales, siendo rebasadas por esta hacia la hora 46. De allí en adelante las actividades sexuales son las que se presentan en mayor número y las demás siguen un patrón mas o menos paralelo. En las vaquillas (gráfica No. 24), se presenta al comienzo un número similar de las tres clases de conducta, pero no se presenta el pico que muestran las vacas. En las primeras, hay un desarrollo paulatino de conductas con dos picos; uno hacia el comienzo entre las horas 43 y 52 y el segundo entre las horas 67 y 88. Solamente en las horas de actividad más intensa de este segundo pico, las actividades de jerarquía y de inspección son más numerosas que las sexuales.

En el tercer experimento (gráfica 25) nuevamente se repiten los patrones. Las actividades de inspección en las vacas comienzan antes que las de jerarquía y las sexuales, y estas dos últimas tienen una hora de inicio similar. Posteriormente las actividades sexuales son las más numerosas. Es de hacer notar que las actividades de inspección y de jerarquía en las vacas son comparativamente más

numerosas que las de las vaquillas (gráfica No. 26). El estro en este experimento se presentó de forma sincrónica entre vacas y vaquillas.

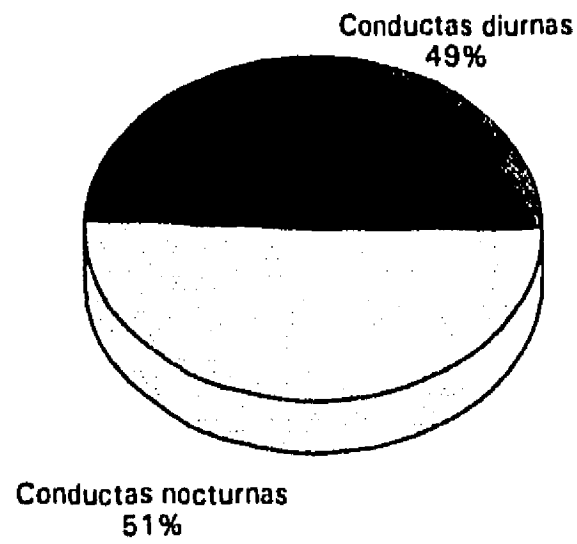
En el experimento 4 (gráfica 27) la actividad de inspección de las vacas es mayor hacia el comienzo, como sucedió en los experimentos anteriores y en general se mantienen más numerosas que las de sexo y jerarquía hasta pasada la mitad del período de estro. En esta ocasión son proporcionalmente más numerosas que en los experimentos anteriores. En las vaquillas (gráfica 28) se observan también conductas de inspección y de jerarquía más numerosas en relación al total de conductas que en las ocasiones anteriores pero estas caen cuando las sexuales se incrementan para ocupar la mayor parte de las actividades a partir de la hora 55.

En el experimento No. 5 se encuentra nuevamente paralelismo entre los diferentes tipos de conducta (gráficas 29 y 30). En las vacas vemos un comienzo simultáneo de los tres tipos de conducta y su desarrollo es mas o menos paralelo, siendo las más numerosas las actividades sexuales. Sin embargo no se presenta el agrupamiento típico de las conductas observado en los experimentos anteriores. La actividad comienza en la hora 40 y termina en la hora 79. En las vaquillas (gráfica 30) se desarrolla una secuencia igualmente irregular aunque de mayor duración, que comienza antes de la hora 40, y en la hora 100 no había cesado aun.

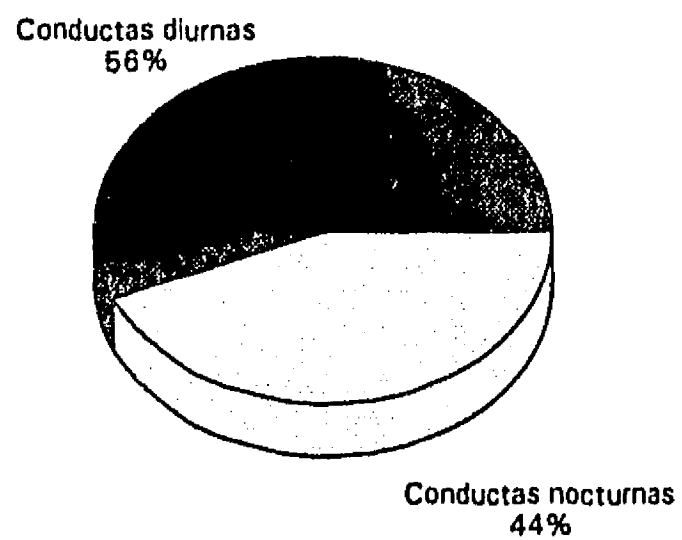
En el experimento 6 (gráfica 31) las vacas nuevamente muestran actividad irregular, dispersa y de baja intensidad (menos de 50 conductas en tres horas) entre las 40 y las 94 horas mientras que las vaquillas (gráfica 32) agrupan su actividad entre las horas 64 y 85 post-inyección. En los experimentos 5 y 6 se

modifico el patrón de comportamiento que las vacas y las vaquillas presentaron durante los experimentos 2, 3 y 4. En los últimos dos se observó un desarrollo conductual más parecido al del primer experimento.

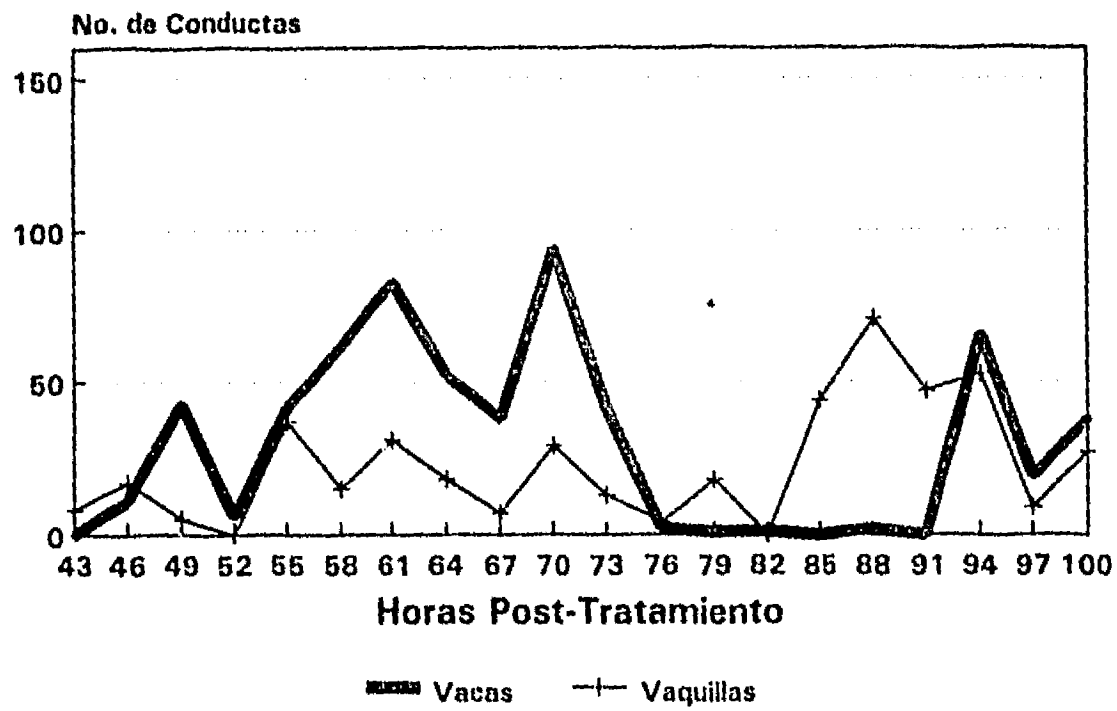
Grafica 1.- Porcentaje de conductas diurnas y nocturnas de las vacas en los seis experimentos.



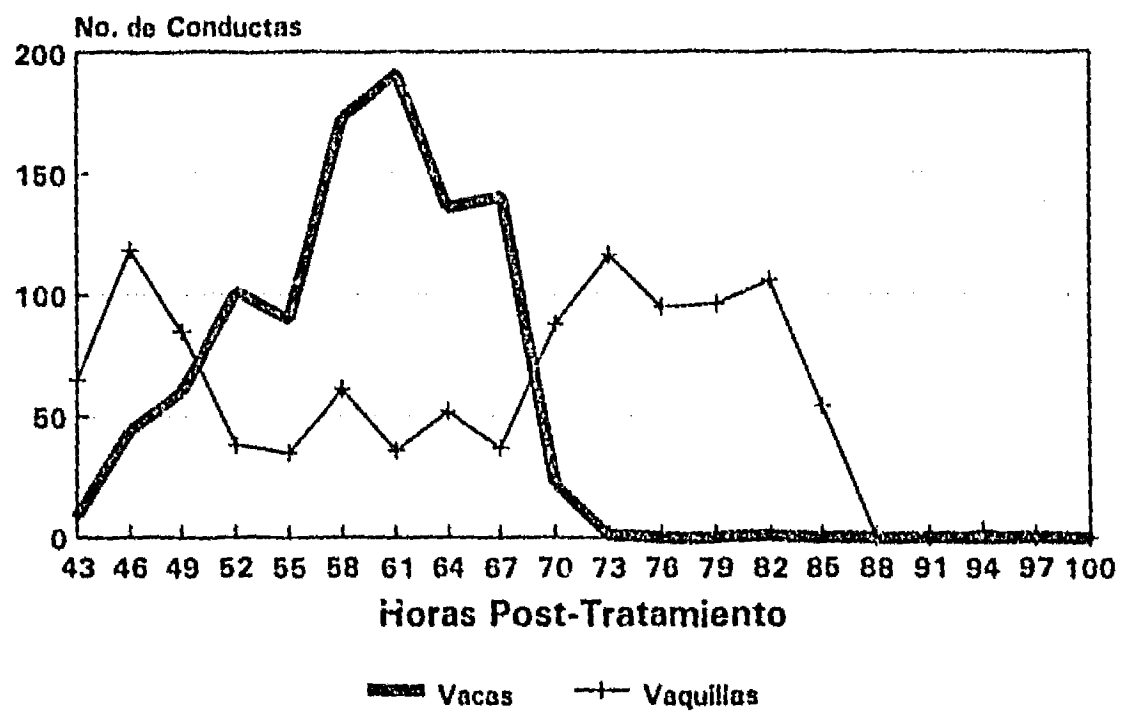
Grafica 2.- Porcentaje de conductas diurnas y nocturnas de las vaquillas en los seis experimentos



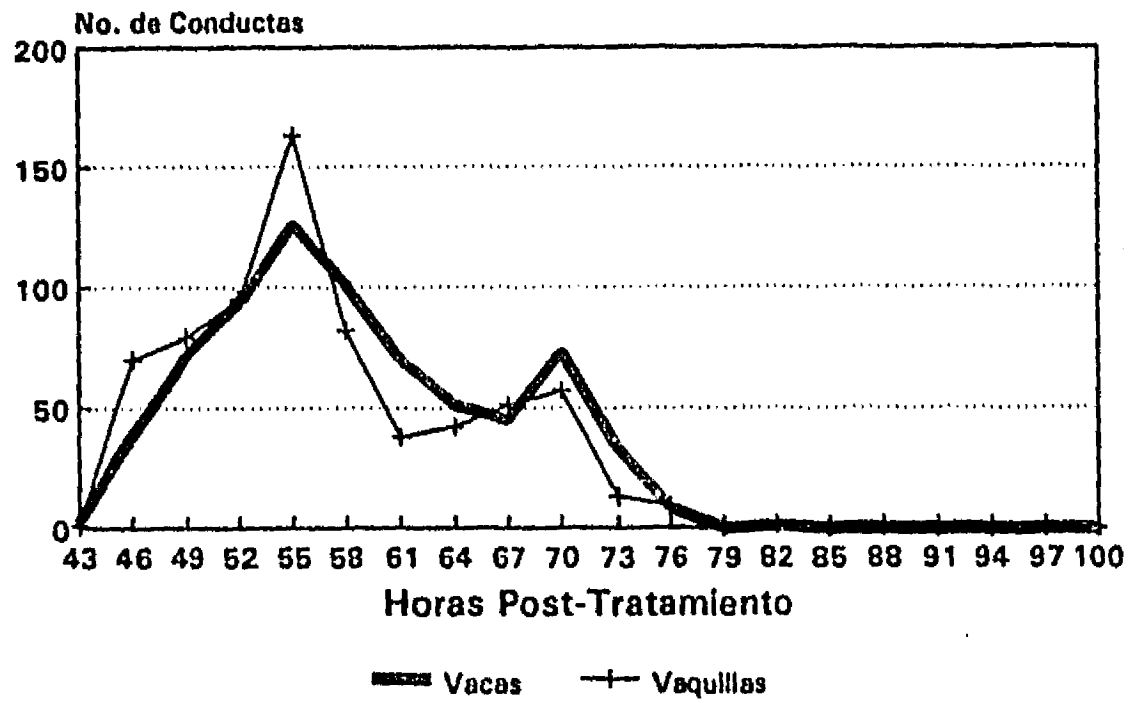
Grafica 3.-Conductas sexuales en vacas y vaquillas en el primer experimento.



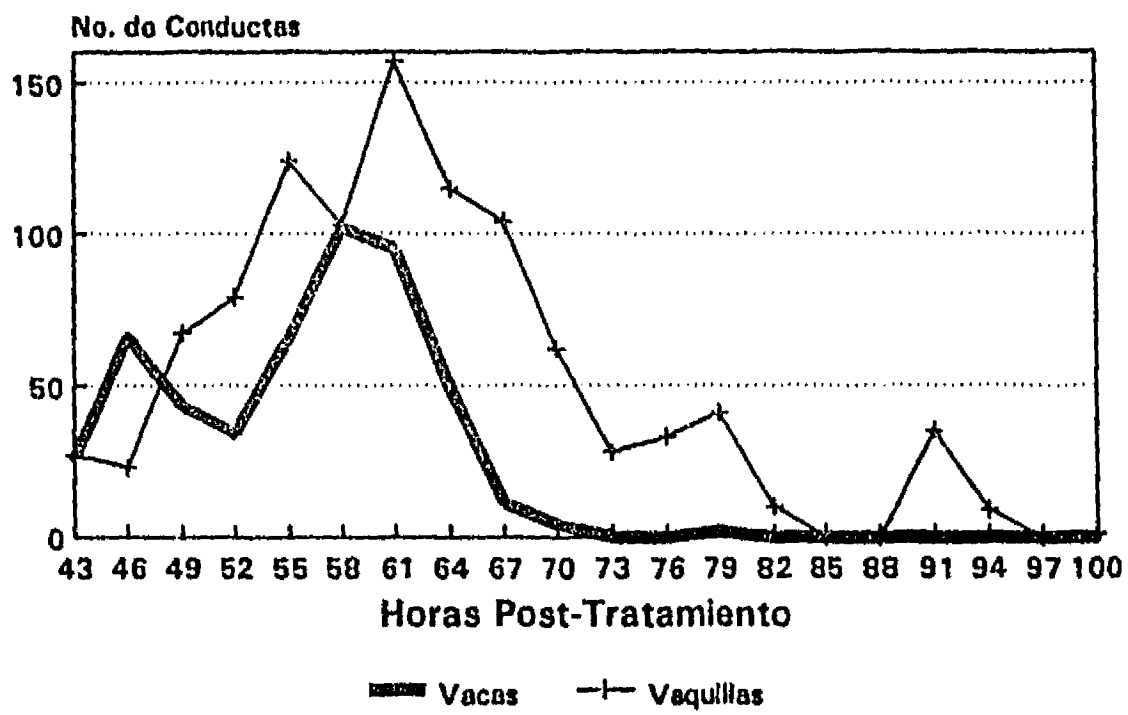
Grafica 4.- Conductas sexuales en vacas y vaquillas en el segundo experimento.



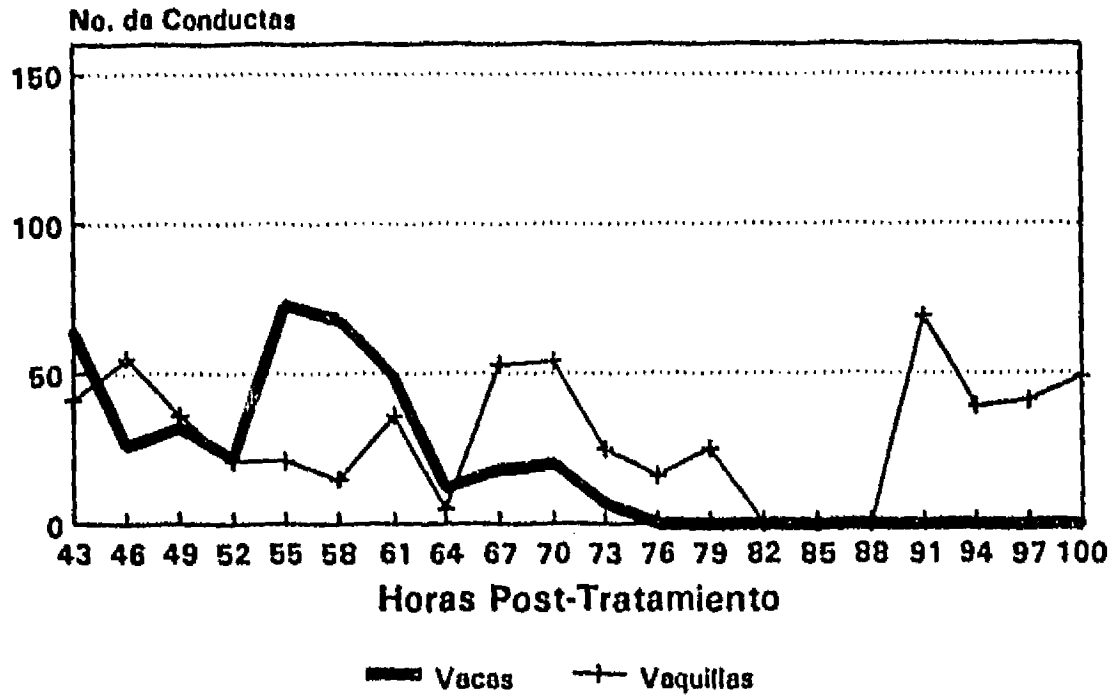
Grafica 5.- Conductas sexuales en vacas y vaquillas en el tercer experimento.



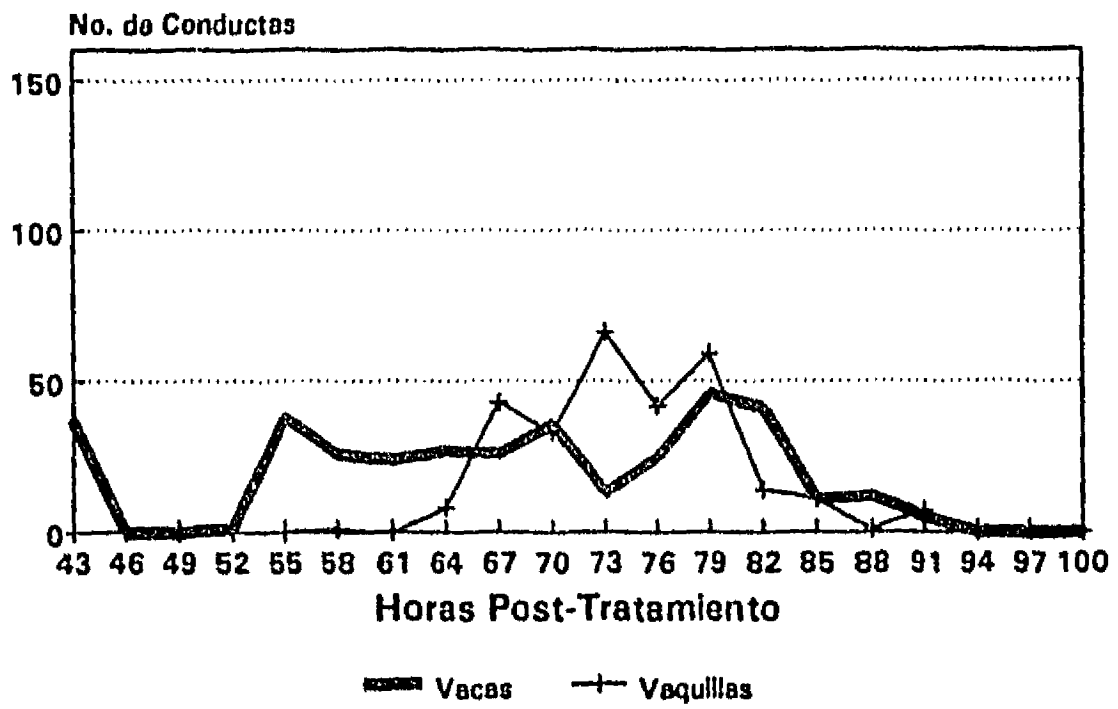
Grafica 6.- Conductas sexuales en vacas y vaquillas en el cuarto experimento.



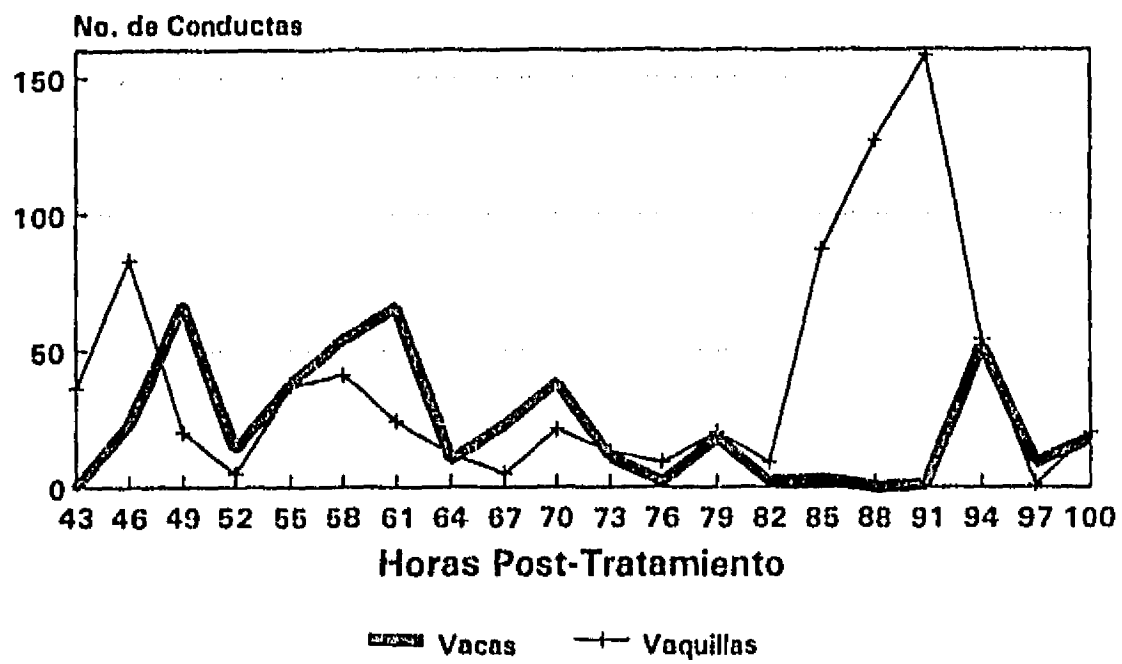
Grafica 7.- Conductas sexuales de vacas y vaquillas en el quinto experimento.



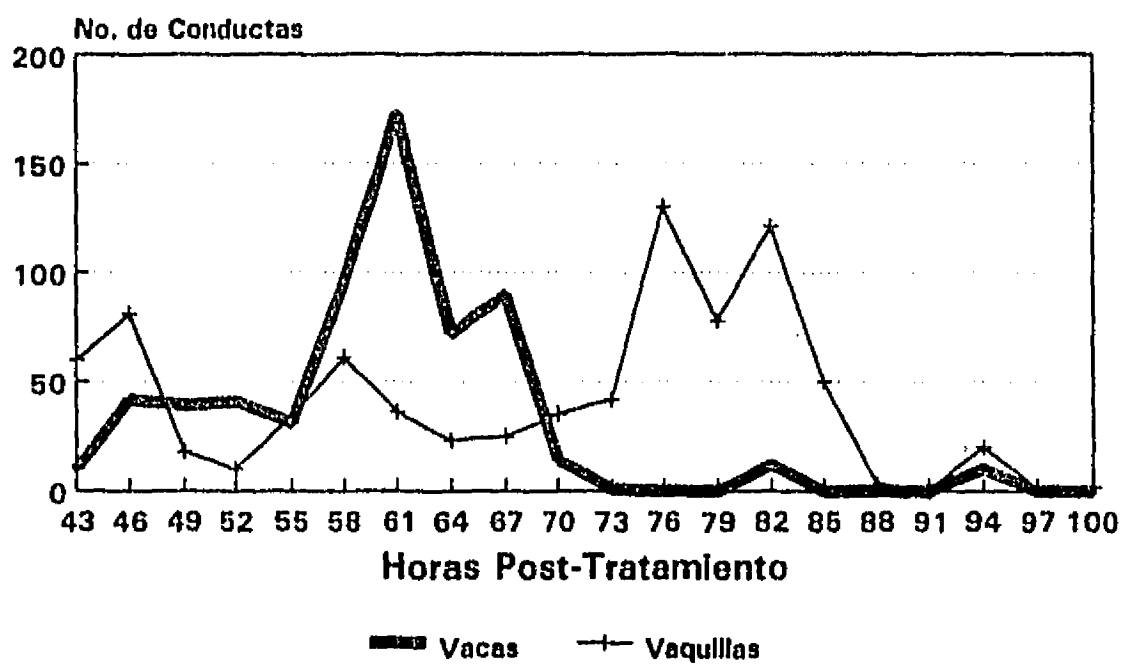
Grafica 8.- Conductas sexuales de vacas y vaquillas en el sexto experimento.



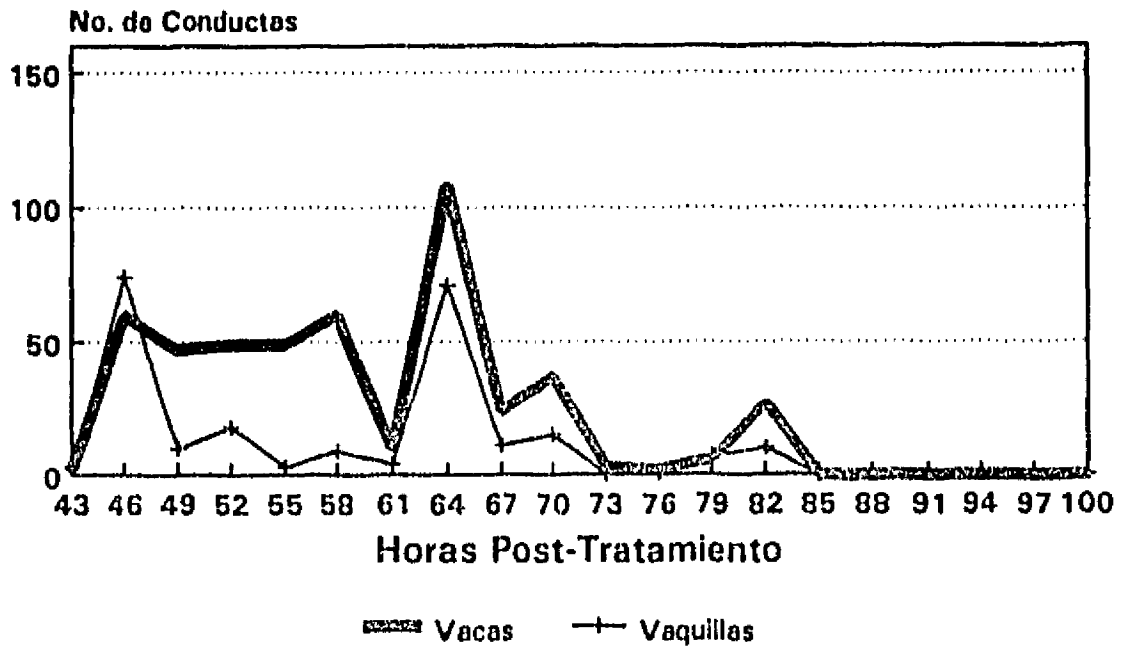
Grafica 9.- Conductas de Inspeccion de vacas y vaquillas en el primer experimento.



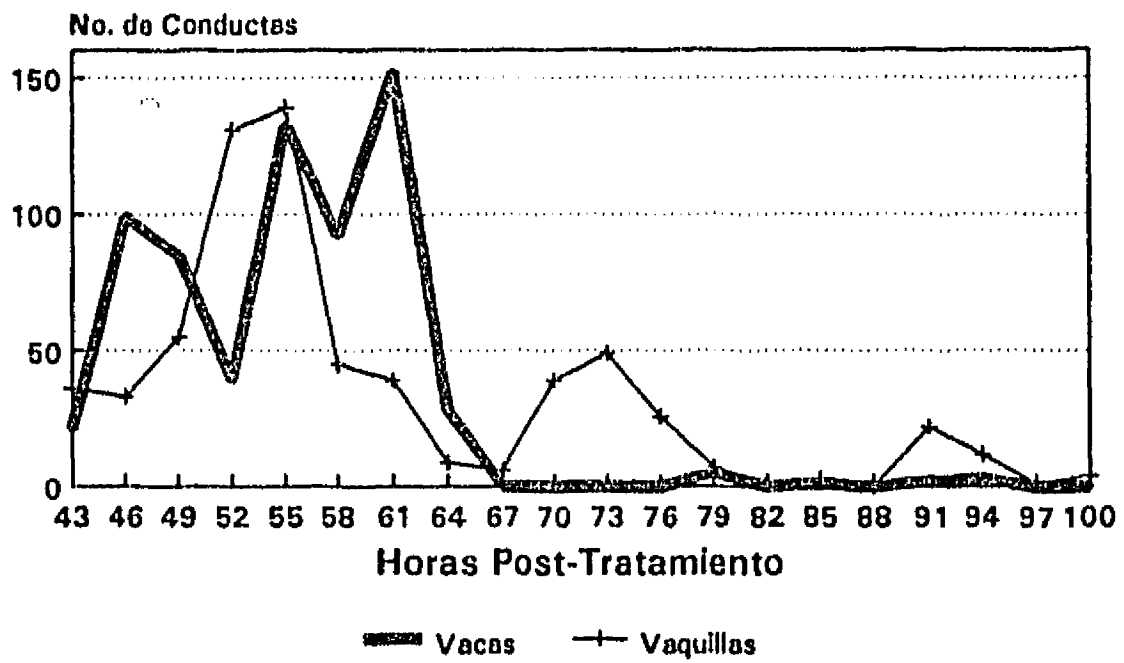
Grafica 10.- Conductas de Inspeccion de vacas y vaquillas en el segundo experimento.



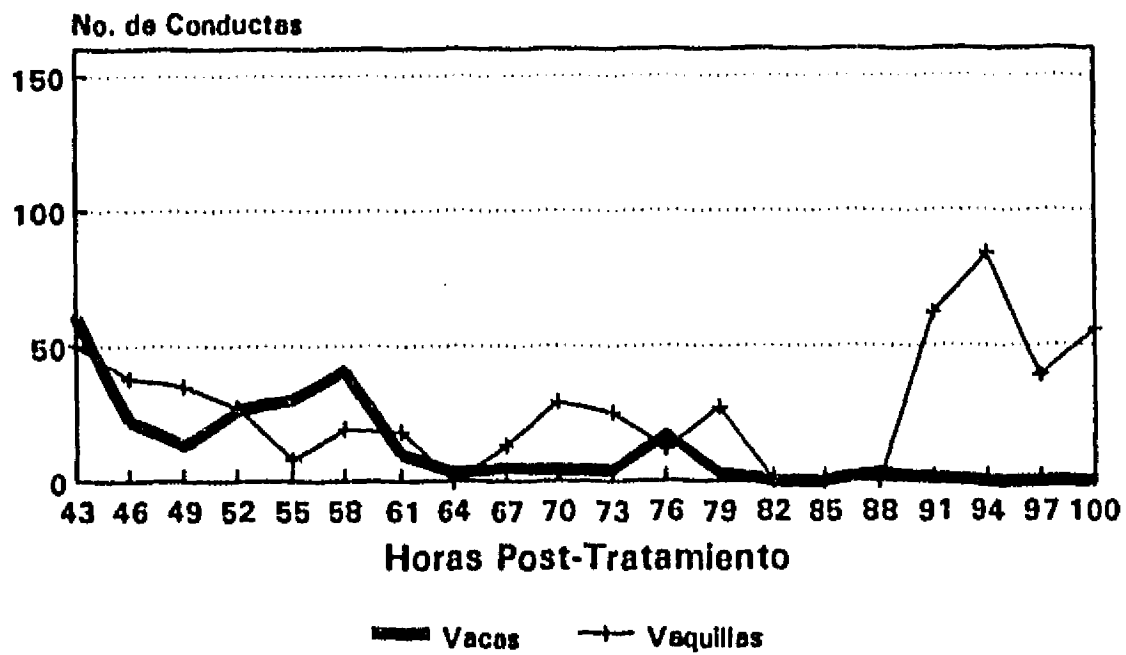
Grafica 11.- Conductas de Inspeccion de vacas y vaquillas en el tercer experimento.



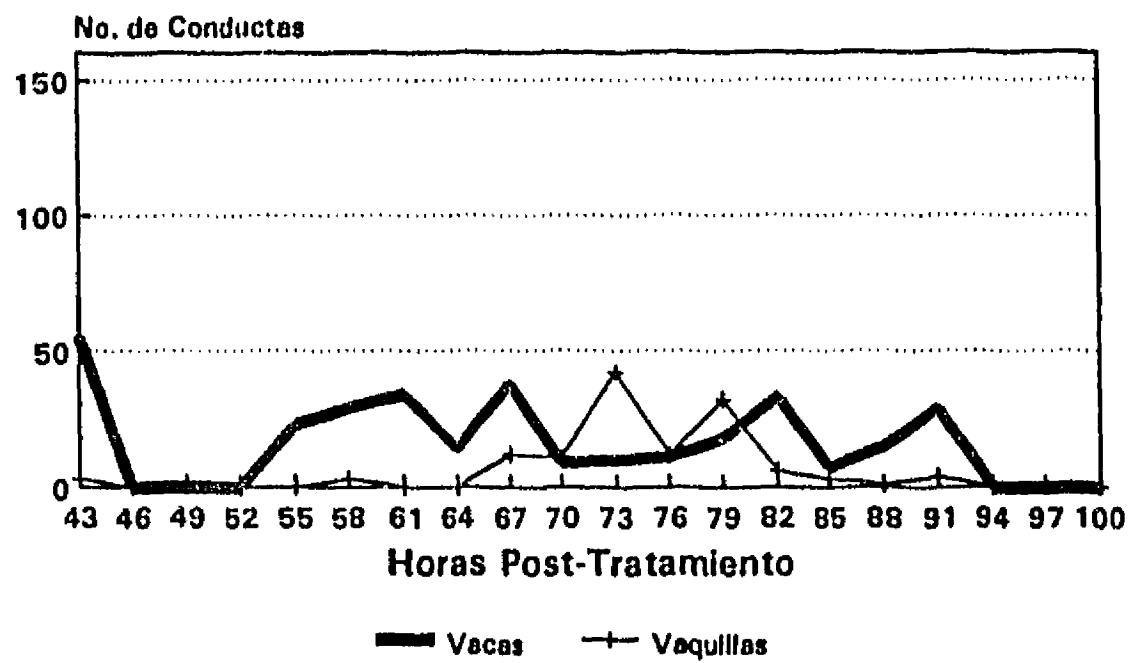
Grafica 12.- Conductas de Inspeccion de vacas y vaquillas en el cuarto experimento.



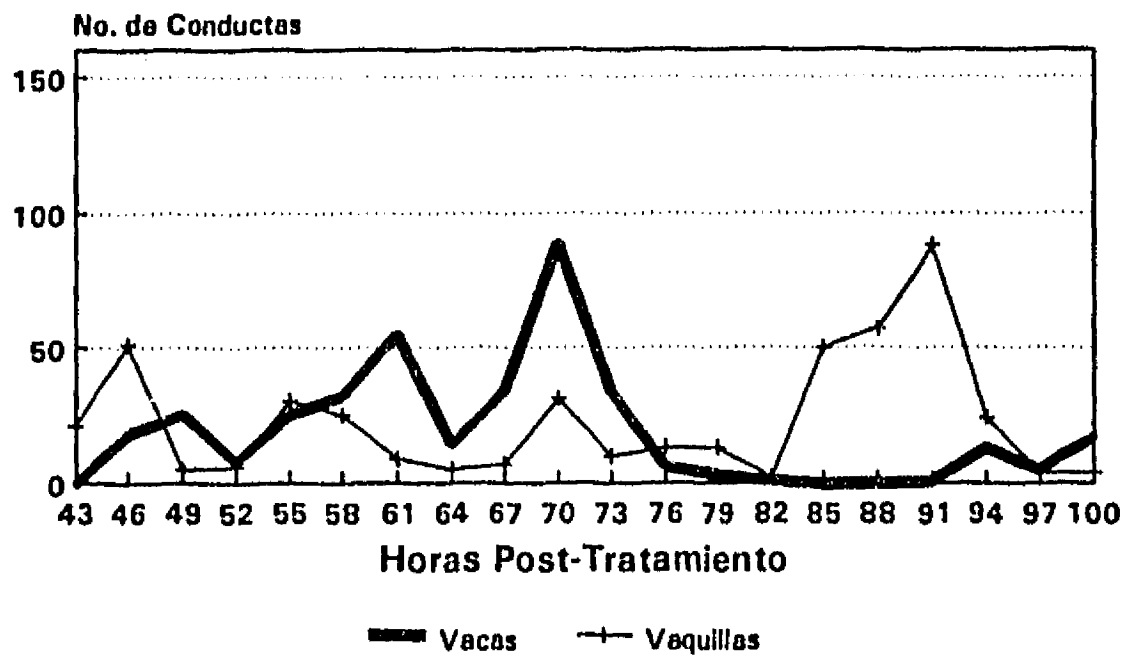
Grafica 13.- Conductas de Inspeccion de vacas y vaquillas en el quinto experimento.



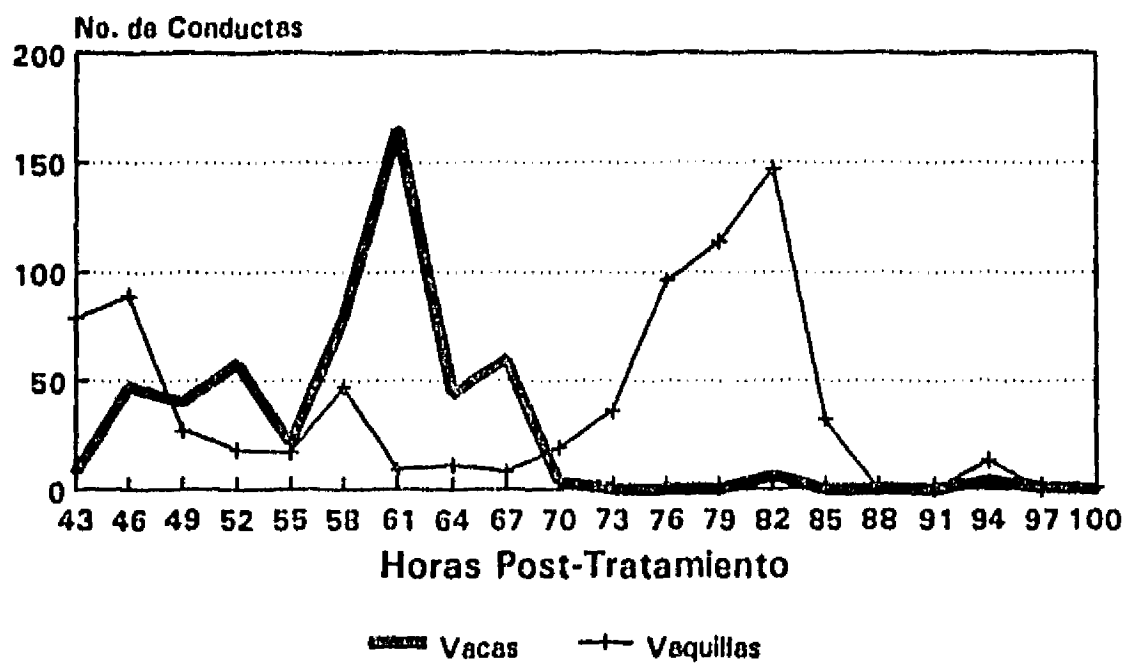
Grafica 14.- Conductas de Inspeccion de vacas y vaquillas en el sexto experimento.



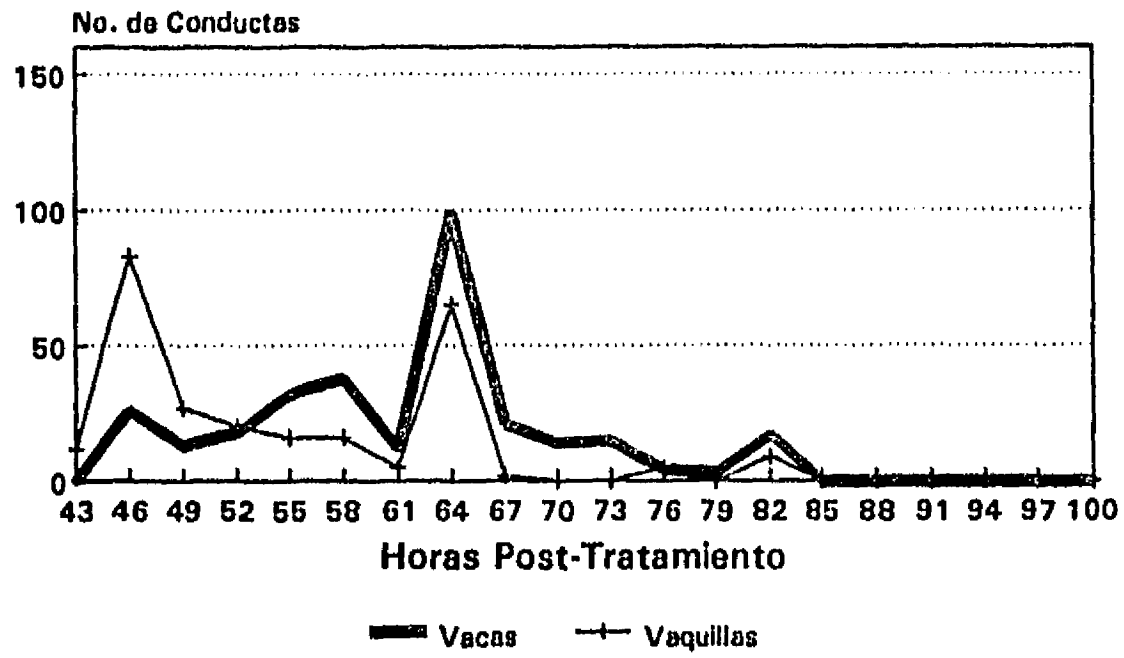
Grafica 15.- Conductas de Jerarquia de vacas y vaquillas en el primer experimento



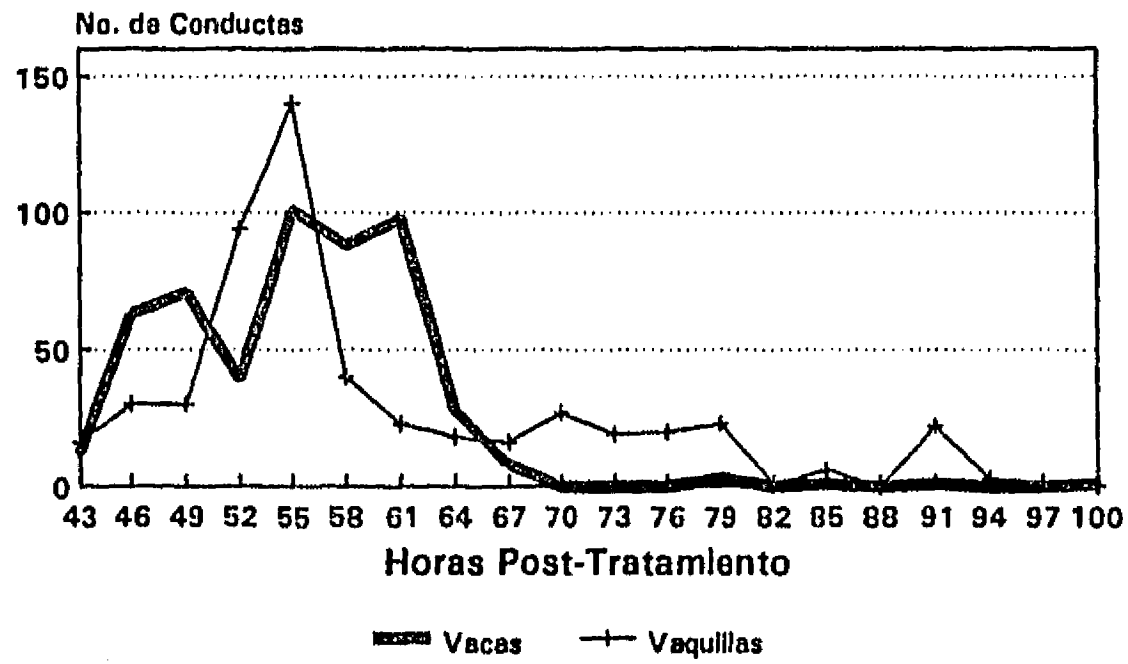
Grafica 16.- Conductas de Jerarquia de vacas y vaquillas en el segundo experimento.



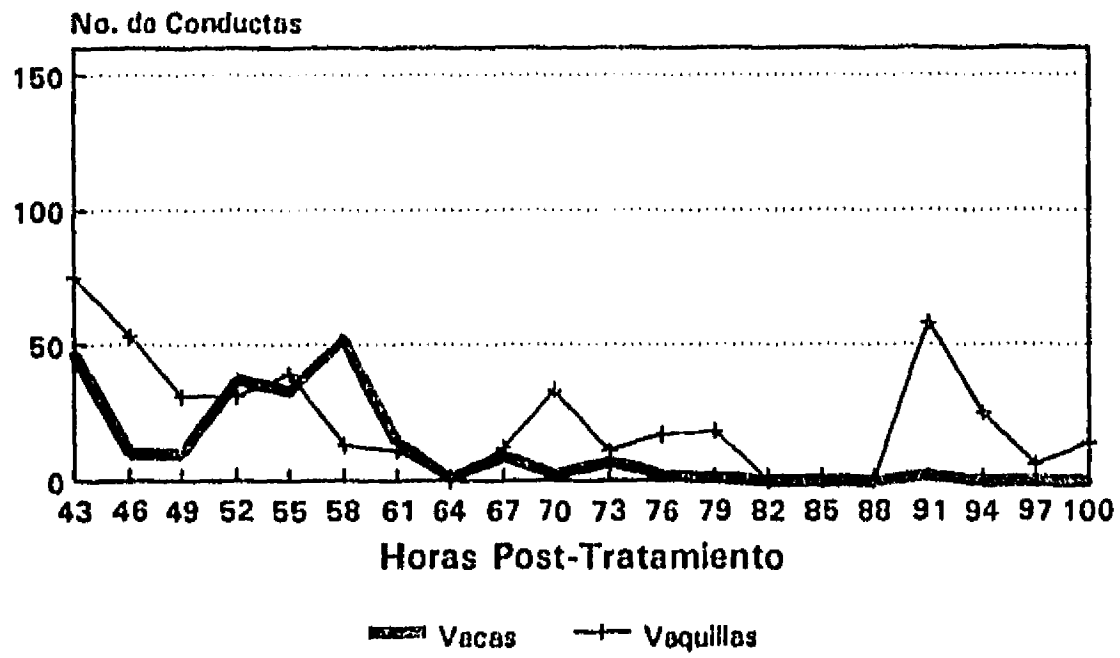
Grafica 17.- Conductas de Jerarquia de vacas y vaquillas en el tercer experimento.



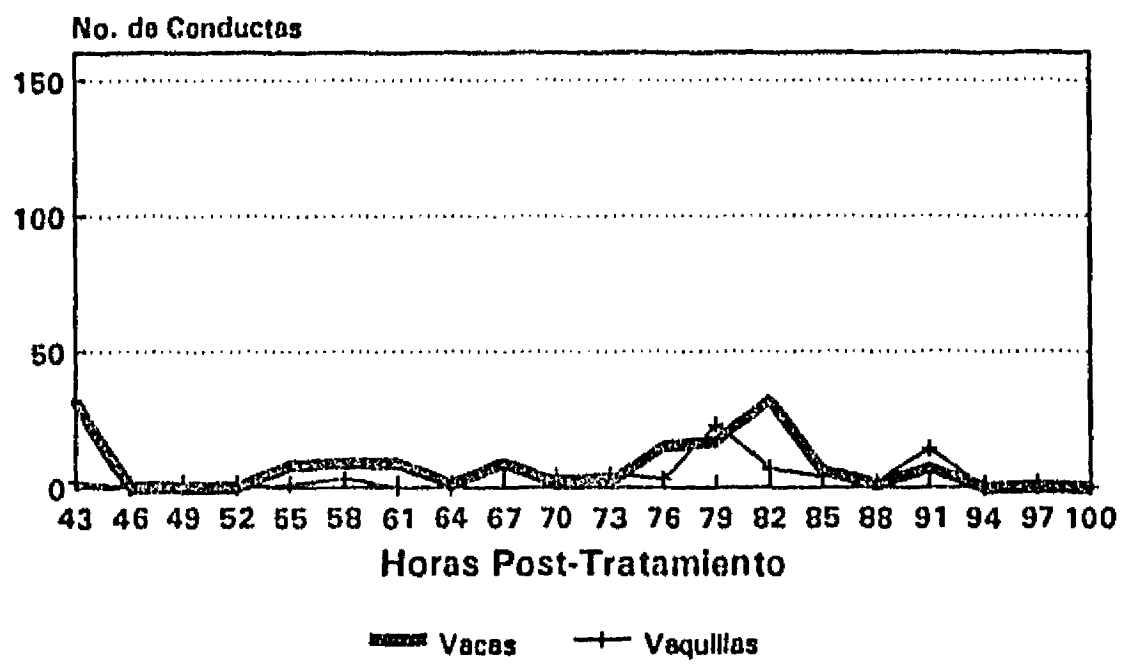
Grafica 18.- Conductas de Jerarquia de vacas y vaquillas en el cuarto experimento.



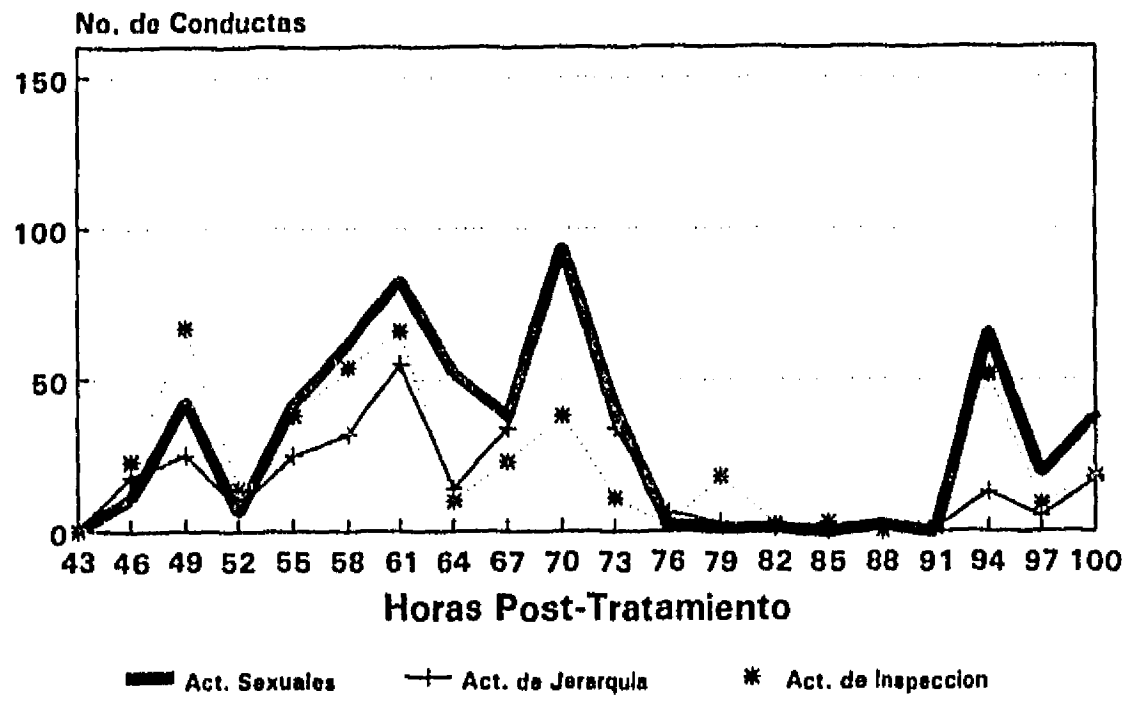
Grafica 19.- Conductas de Jerarquia de vacas y vaquillas en el quinto experimento.



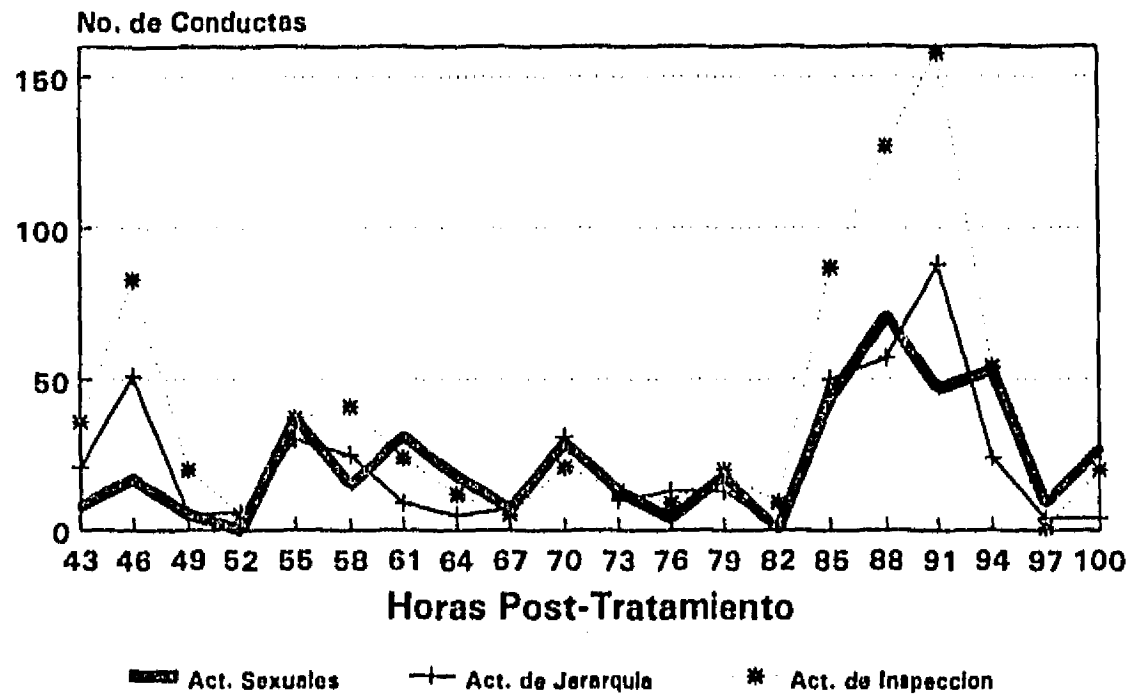
Grafica 20.- Conductas de Jerarquia de vacas y vaquillas en el sexto experimento.



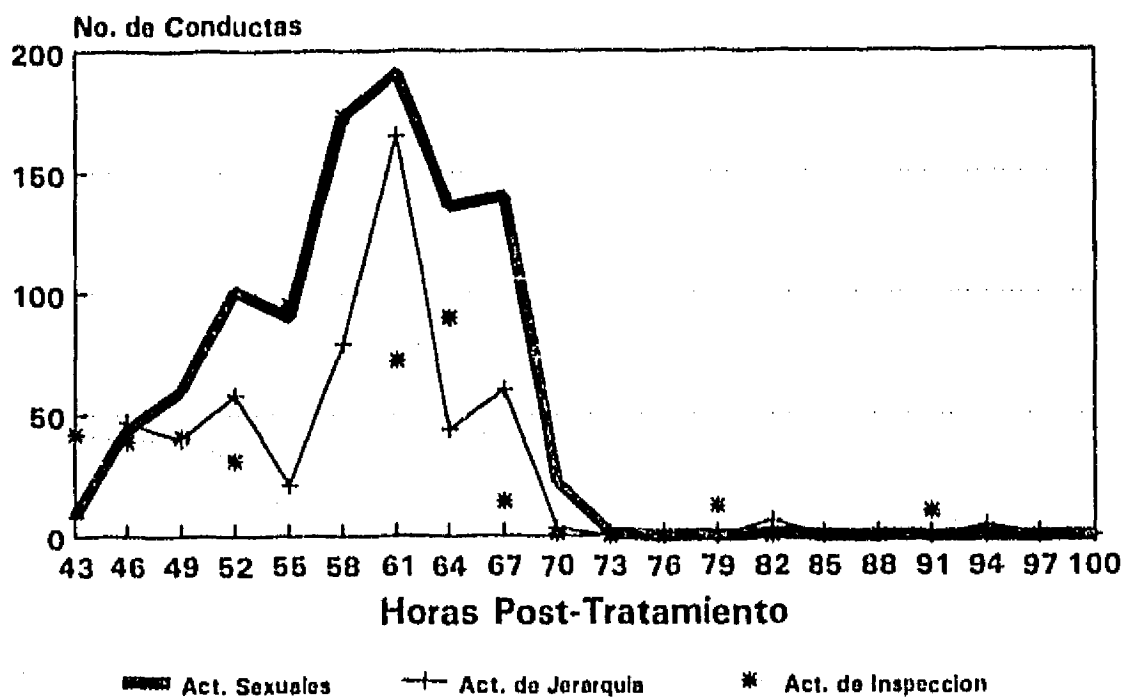
Grafica 21.- Actividades estrales de vacas durante el primer experimento.



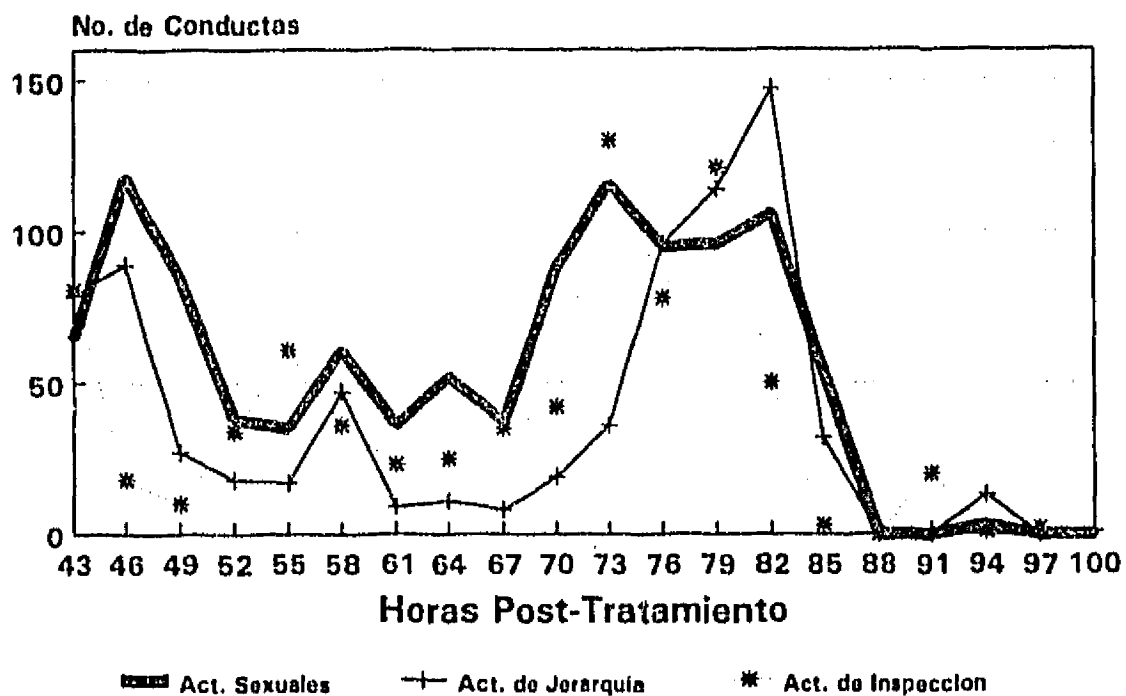
Grafica 22.- Actividades estrales de vaquillas durante el primer experimento



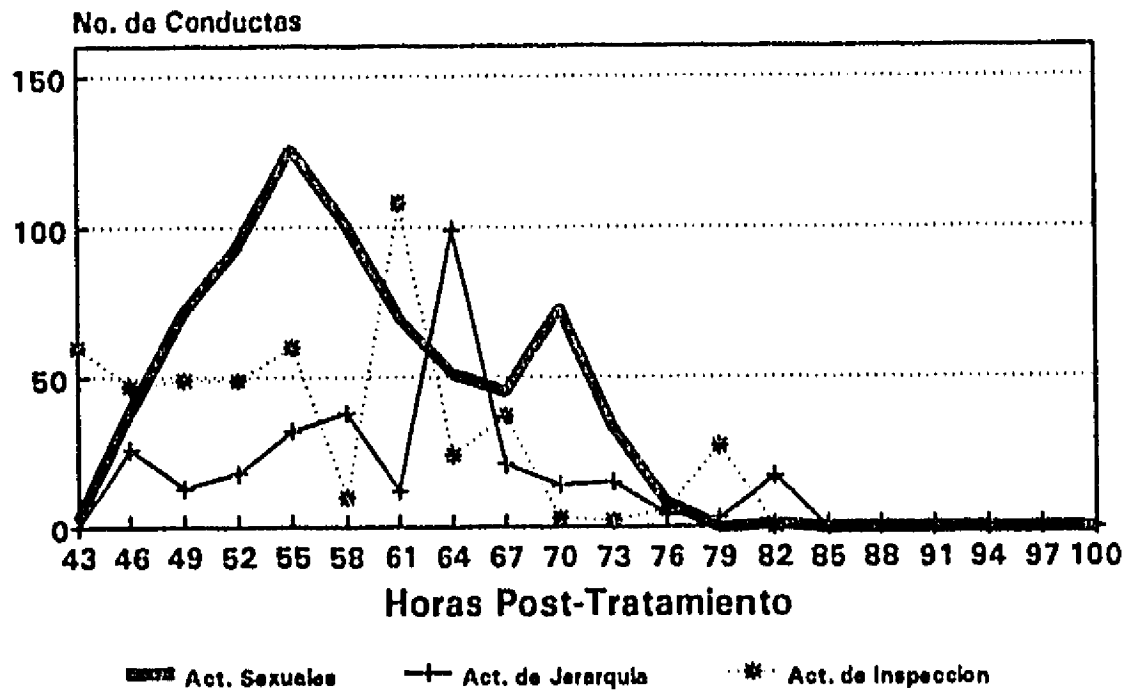
Grafica 23.- Actividades estrales de vacas durante el segundo experimento.



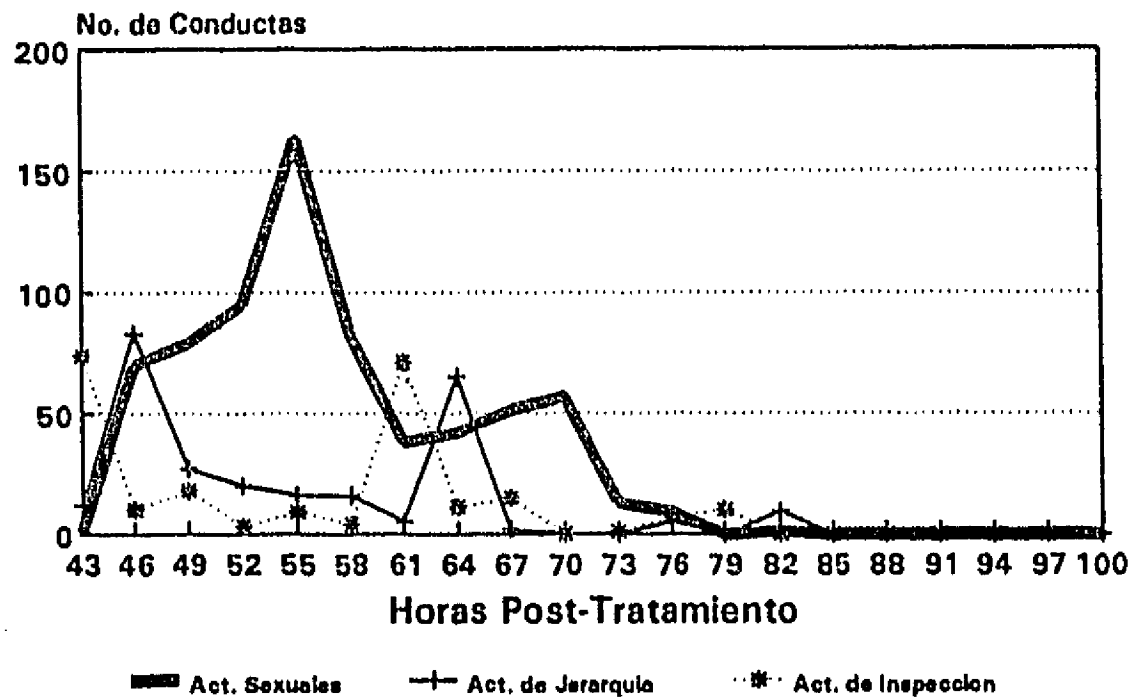
Grafica 24.- Actividades estrales de vaquillas durante el segundo experimento



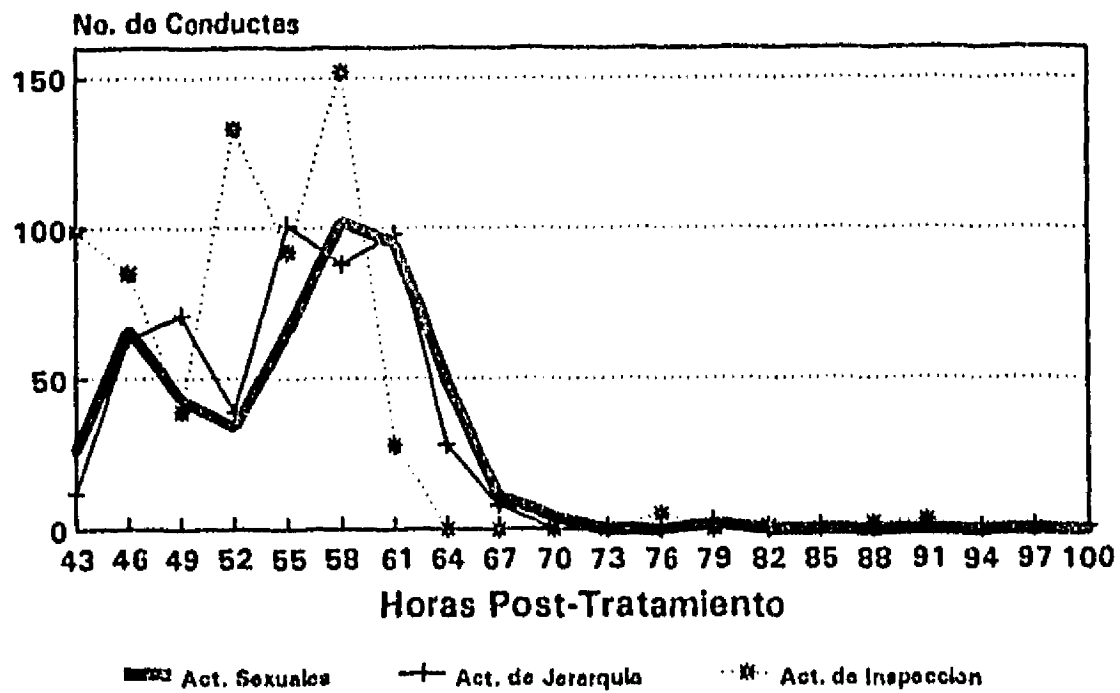
Grafica 25.- Actividades estrales de vacas durante el tercer experimento.



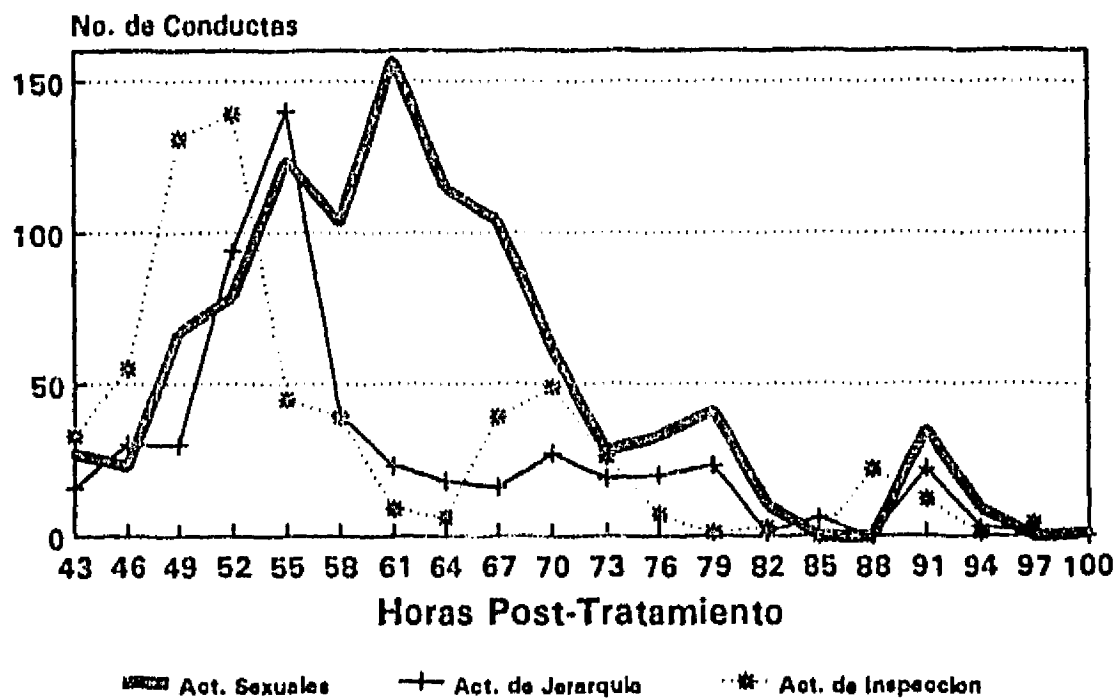
Grafica 26.- Actividades estrales de vaquillas durante el tercer experimento.



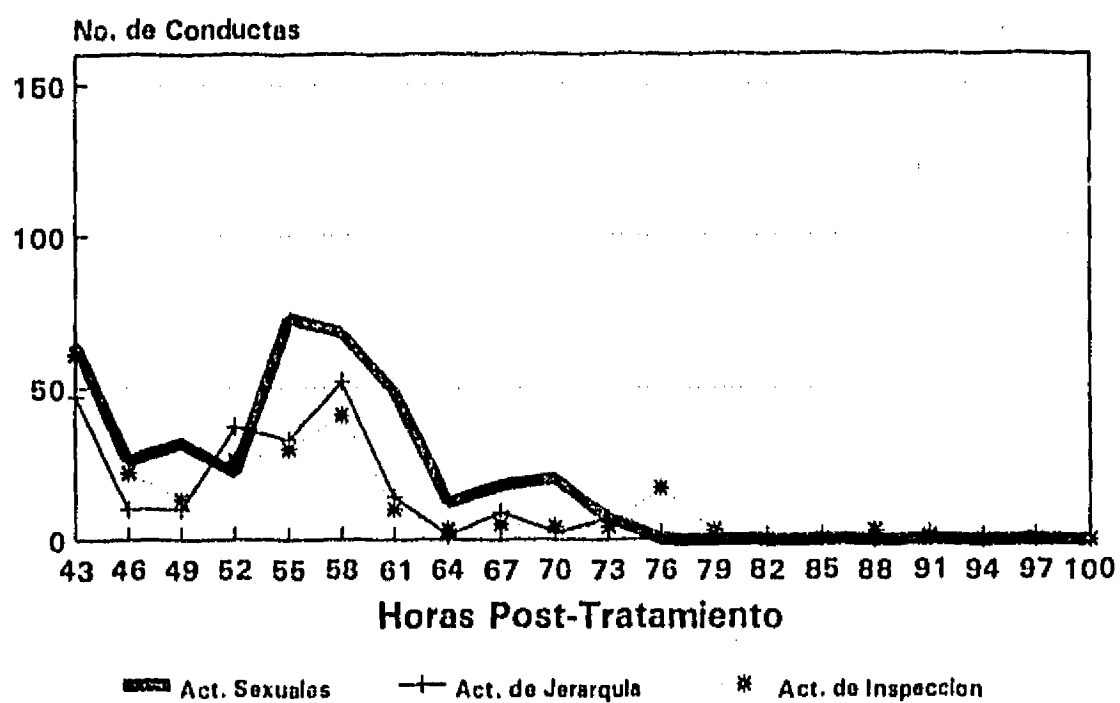
Grafica 27.- Actividades estrales de vacas durante el cuarto experimento.



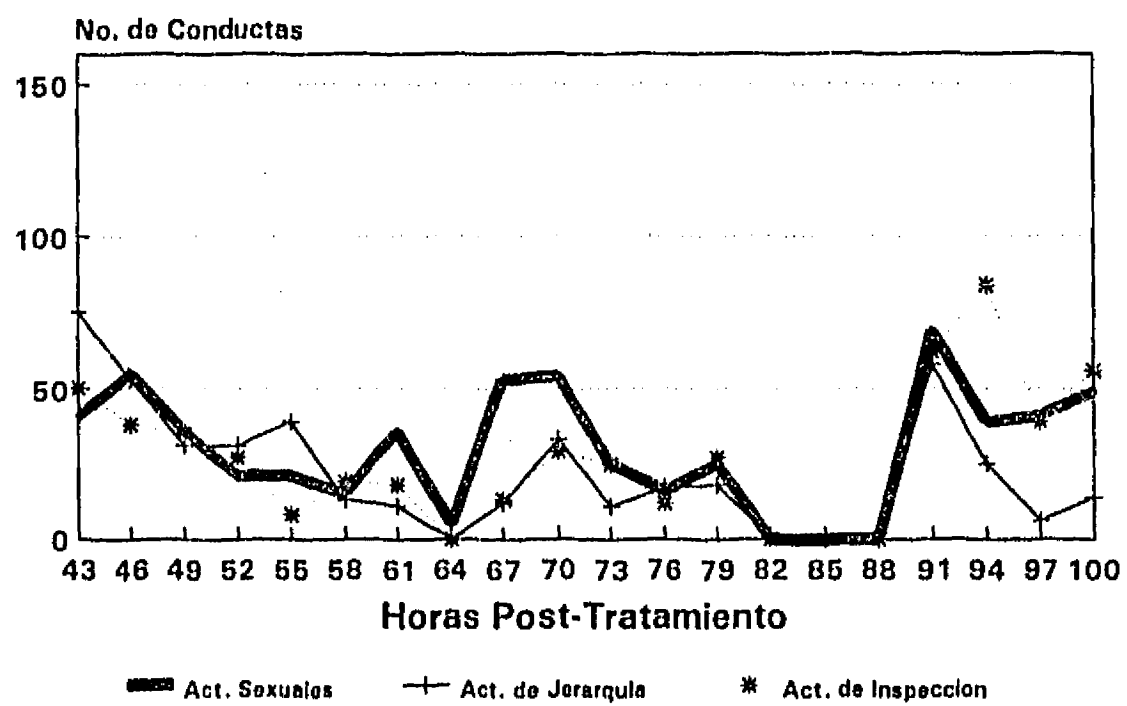
Grafica 28.- Actividades estrales de vaquillas durante el cuarto experimento



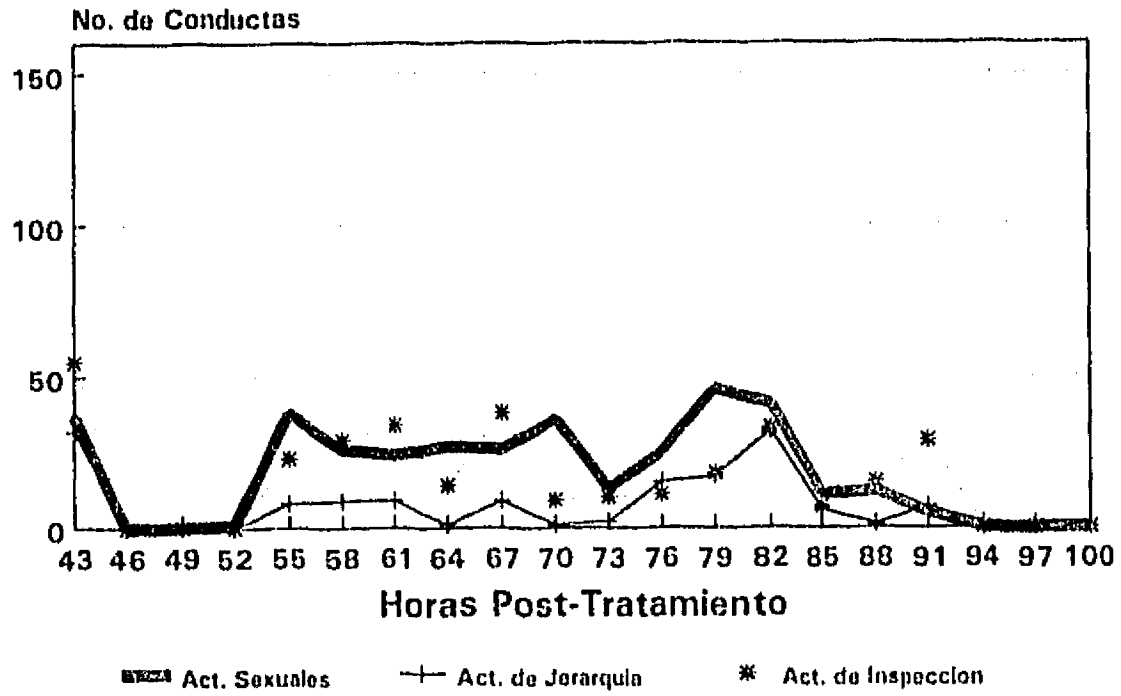
Grafica 29.- Actividades estrales de vacas durante el quinto experimento.



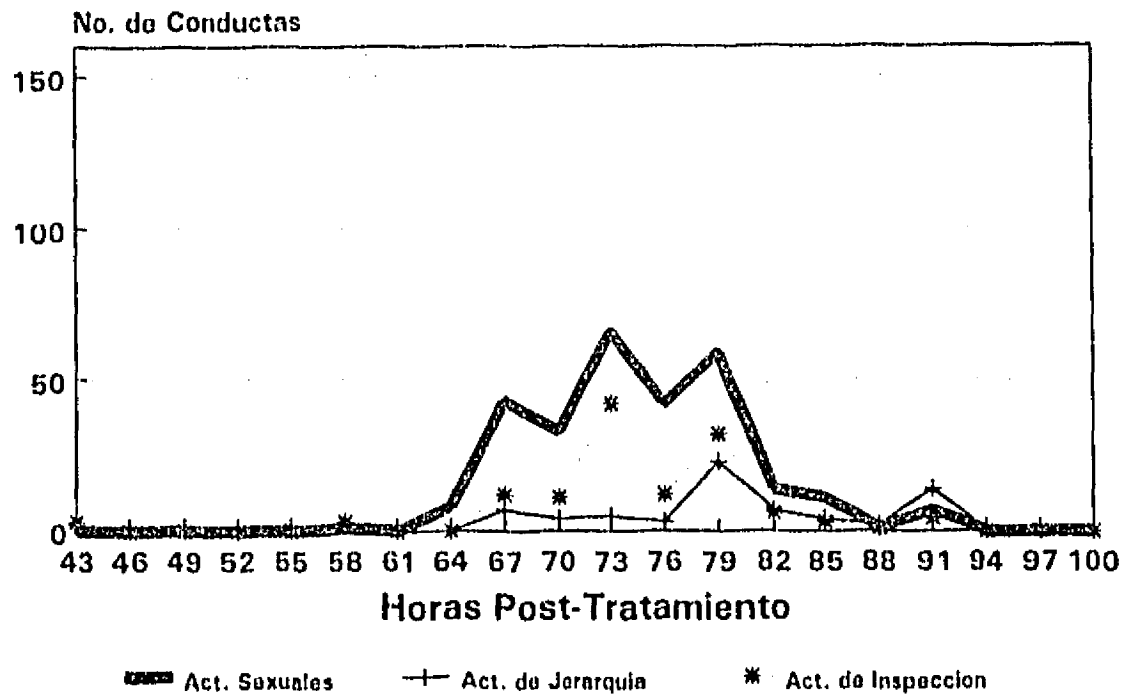
Grafica 30.- Actividades estrales de vaquillas durante el quinto experimento.



Grafica 31.- Actividades estrales de vacas durante el sexto experimento.



Grafica 32.- Actividades estrales de vaquillas durante el sexto experimento.



4.5.- ASPECTOS SOCIALES DURANTE EL ESTRO:

Ya es conocida la relación que existe entre algunos componentes sociales y el comportamiento estral. Por esto, una de las posibilidades consideradas al planear el presente trabajo fue la de encontrar alguna relación entre el comportamiento de estro y la posición jerárquica individual.

4.5.1.- RANGO ORDINAL DE JERARQUÍA E ÍNDICE DE DOMINANCIA:

Con el mencionado propósito se obtuvo el rango ordinal de jerarquía para cada hembra en cada experimento, y se calculó su índice de dominancia, cuyos resultados se exponen en los Cuadros 12, 13, 14 y 15.

Cuadro 12.- Rango ordinal de jerarquía para las vacas durante los seis experimentos

Vaca	Aplicación						Prom.	D.E.
	1	2	3	4	5	6		
A	1	1	9	6	9	6	5.3	3.6
B	2	11	1	3	4	12	5.5	4.8
1	9	7	5	13	2	9	7.5	3.8
2	13	14	13	14	5	13	12.0	3.5
3	4	2	3	2	1	2	2.3	1.0
4	3	6	11	9	10	1	6.7	4.0
5	12	12	10	11	13	11	11.5	1.0
6	7	5	4	10	8	7	6.8	2.1
7	8	8	2	4	7	5	5.7	2.4
8	6	4	8	5	6	4	5.5	1.5
9	10	10	12	12	3	8	9.2	3.4
10	11	3	6	7	14	3	7.3	4.4
11	5	9	14	1	11	10	8.3	4.6
12	14	13	7	8	12	14	11.3	3.1

Cuadro 13.- Índice de dominancia para las vacas durante los seis experimentos.

Vaca	Aplicación						Prom	D.E.
	1	2	3	4	5	6		
A	0.6	0.6	5.3	4.2	7.0	4.8	3.7	2.6
B	1.4	4.6	0.6	2.6	4.9	6.1	3.4	2.2
1	12.2	3.7	4.4	8.6	2.3	5.7	6.2	3.6
2	19.6	11.4	10.1	9.3	5.6	11.1	11.2	4.6
3	4.9	2.3	1.7	1.3	0.2	4.0	2.4	1.8
4	1.5	3.1	7.5	5.6	7.3	0.1	4.2	3.1
5	13.8	5.8	6.6	6.5	12.2	6.0	8.5	3.5
6	7.0	3.0	3.8	6.0	6.8	5.1	5.3	1.6
7	11.4	4.1	1.7	4.1	6.6	4.6	5.4	3.3
8	6.9	2.8	5.2	4.1	5.2	4.5	4.8	1.4
9	13.2	4.4	8.4	7.7	3.5	5.3	7.1	3.5
10	13.3	2.3	4.5	4.0	12.9	4.3	6.9	6.9
11	6.4	4.4	11.6	0.6	7.8	5.7	6.1	3.6
12	25.4	7.1	4.9	4.5	8.2	12.2	10.4	7.9

Cuadro 14.- Rango ordinal de jerarquía para las vaquillas durante los seis experimentos.

Vaquilla	Aplicación						Prom.	D.E.
	1	2	3	4	5	6		
C	9	10	8	9	9	9	9.0	0.6
D	6	3	4	4	3	5	4.2	1.2
14	10	8	9	10	10	10	9.5	0.8
15	8	7	10	8	7	7	7.8	1.2
16	7	9	6	7	8	8	7.5	1.0
17	2	1	2	1	1	2	1.5	0.5
18	3	2	1	5	6	1	3.0	2.1
19	1	4	3	2	2	3	2.5	1.0
20	5	5	5	3	5	4	4.5	0.8
21	4	6	7	6	4	6	5.5	1.2

Cuadro 15.- Índice de dominancia para las vaquillas durante los seis experimentos.

Vaquilla	Aplicación						Prom	D.E
	1	2	3	4	5	6		
A	8.6	5.6	5.1	6.6	9.0	16.1	8.5	4.0
B	4.5	1.8	1.9	2.9	4.4	8.2	4.0	2.4
14	11.4	4.2	6.1	8.8	10.3	19.6	10.1	5.4
15	6.2	3.8	6.1	6.3	7.9	11.5	7.0	2.6
16	5.9	5.4	4.1	5.4	8.4	15.2	7.4	4.0
17	1.3	1.2	1.8	0.4	0.1	3.8	1.4	1.3
18	2.8	1.4	0.9	3.0	7.2	0.1	2.6	2.5
19	0.6	1.8	1.8	1.7	3.4	4.4	2.3	1.4
20	3.3	2.8	2.7	2.6	5.8	5.4	3.8	4.1
21	3.0	3.1	4.2	5.1	5.4	11.3	5.3	3.1

Cuadro 16.- Índice de dominancia promedio para los seis experimentos.

Aplic.	Vacas			Vaquillas		
	n	I.D.	D.E.	n	I.D.	D.E.
1	6	9.8	7.1	5	4.8	3.4
2	10	4.2	2.6	7	3.1	1.6
3	9	5.4	3.2	5	3.5	1.9
4	5	5.0	2.6	9	4.3	2.6
5	4	6.5	3.4	4	6.2	3.0
6	4	5.7	2.8	2	9.6	6.2
Prom.		6.1	5.2		5.2	4.0

El índice de dominancia para cada experimento muestra una tendencia hacia valores más bajos, cuando se presentan mayor número de animales en calor, lo que indica mayor grado de competencia dentro del grupo. En las vaquillas se observa un promedio general más bajo que en las vacas confirmando su tendencia de mayor agresividad.

Los índices de dominancia expuestos en los Cuadros 13 y 15 se calcularon a partir de los datos de competencia registrados durante los períodos de observación de 60 horas. Estos índices se correlacionaron con los obtenidos en las pruebas de jerarquía en estro y diestro. Para las vacas se obtuvo correlación significativa ($p < 0.05$) solamente entre los índices de las pruebas en estro y diestro ($r = 0.28$), lo que indica que las actitudes de dominancia en las vacas puede cambiar entre situaciones diferentes de competencia. El coeficiente de correlación del índice obtenido durante el experimento y el índice en estro ($r =$

0.14) no fue significativo ($p < 0.05$) como tampoco ($p < 0.05$) el primero con el de la prueba en diestro ($r = 0.16$).

En las vaquillas se dio una situación diferente. Así, el coeficiente de correlación de Pearson del índice de dominancia en la prueba en estro y la obtenida para las horas de observación continua ($r = 0.29$) es significativa ($p < 0.05$), también lo son ($p < 0.01$) la correlación entre la prueba en diestro con las horas de observación continua ($r = 0.43$) y entre las pruebas en diestro vs. estro ($r = 0.44$) ($p < 0.01$) lo que está indicando una situación de competencia más constante entre los animales de menor edad. Esta situación de mayor competencia entre los animales jóvenes concuerda con Reinhardt et. al. (1975) quien observa que la posición jerárquica en los hatos bovinos no se estabiliza hasta que las hembras han sobrepasado los dos años de edad.

A causa de la baja correlación entre las pruebas jerárquicas en las vacas y de la posibilidad de que sus resultados fueran afectados por circunstancias ajenas a la misma como nivel de hambre al momento de la misma, se decidió considerar en lo sucesivo el índice obtenido en el período de observación mayor, por considerarlo más representativo.

4.5.2.- AGRESIVIDAD EN VACAS Y VAQUILLAS:

Las pruebas de jerarquía hechas durante el estro y el diestro permitieron una estimación del grado de agresividad, al comparar el número de topes de competencia emitido por los individuos de cada grupo, en condiciones de prueba iguales. Los resultados se encuentran en el Cuadro 17.

Cuadro 17.- Promedio de topes de competencia de vacas y vaquillas durante las pruebas de jerarquía en estro y diestro.

	Vacas	Vaquillas	Total
Estro	1.0 + 0.2 a	4.1 + 0.3 b	2.6 + 0.3 c
Diestro	1.1 + 0.1 a	4.5 + 0.4 b	2.8 + 0.4 c

Celdas con letras diferentes no son iguales estadísticamente ($p < 0.01$).

Existe diferencia entre el grupo de vacas y de vaquillas ($p < 0.01$) así como entre estos y el total de los grupos ($p < 0.01$). Se encontró que las vaquillas fueron cuatro veces más agresivas que las vacas con una alta correlación entre los topes realizados en estro y diestro ($r = 0.976$, $p < 0.01$), mientras que en las vacas se obtuvo una débil correlación negativa ($r = -0.27$).

4.5.3.- RESPUESTA CONDUCTUAL A LAS VARIABLES INDEPENDIENTES:

La intensidad del comportamiento de vacas y vaquillas se midió a través del promedio de conductas en los seis experimentos, calculando además el coeficiente de variación del conjunto de conductas.

Cuadro 18.- Promedio de conductas en los tres tipos de actividades, en vacas ($n = 38$) y vaquillas ($n = 32$).

	Sexo	Inspección	Jerarquía	C. V.
Vacas	144.3	104.8	67.6	70.6
Vaquillas	211.2	156.0	99.7	46.8

Puede observarse que en las vaquillas se presentaron menos animales en calor, sin embargo los conteos de conductas en los tres casos son mayores demostrando una tendencia a comportarse de manera más intensa, especialmente en las conductas sexuales. Su coeficiente de variación indica que tendieron a mantener la fluctuación en la intensidad de su comportamiento, dentro de un rango menor.

Para determinar cuales de las variables independientes influyeron de manera significativa sobre las variables de respuesta se realizaron una serie de análisis de varianza cuyos resultados se encuentran resumidos en el cuadro 20.

Cuadro 19.- Nivel de significancia de las variables independientes en cada una de las conductas activas y pasivas.

Variables Independ.	Variables de respuesta							
	C.A.	C.P.	S.A.	S.P.	I.A.	I.P.	J.A.	J.P.
Edad	**	**	*	*	**	*	**	**
C. Lúteo	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Estro	**	**	**	**	**	**	*	N.S.
No. Aplic.	**	**	N.S.	**	**	*	**	*
Identidad	**	**	**	**	**	**	**	**
Edad*Aplic.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	**	N.S.	N.S.	N.S.

* = significativo $p < 0.05$; ** = significativo $p < 0.01$.

Las variables de respuesta son: CA = Total de conductas activas; CP = Total de conductas pasivas; SA = Total de conductas activas de sexo; SP = Total de

conductas pasivas de sexo; IA = Total de conductas activas de inspección; IP = Total de conductas pasivas de inspección; JA = Total de conductas activas de jerarquía; JP = Total de conductas pasivas de jerarquía. Las variables independientes son: Edad = vacas o vaquillas; C. Lúteo = presencia o ausencia de cuerpo lúteo; Estro = presencia o ausencia de estro; No. Exp. = número de experimento; Ident(Ed) = Identidad o individuo, anidado dentro de edad; Edad*Exp. = Interacción de edad por experimento.

La diferencia significativa de la edad con respecto a todas las variables de respuesta se debe a la mayor intensidad de comportamiento que muestran los animales jóvenes sobre los adultos. La condición de estro o no estro también marca diferencia entre estas, como era de esperarse, menos en las conductas de jerarquía pasivas, lo que indicaría que un animal recibe un número estadísticamente igual de estas conductas, sin importar su estado estral. El número de experimento también marca diferencias entre comportamientos lo cual puede indicar que a mayor sincronía en la respuesta estral mayor es la intensidad de la conducta. La excepción de las conductas de sexo activo estaría indicando que un animal realizó una cantidad similar de conductas de sexo independientemente del experimento. El individuo representa también una fuente de variación para todas las conductas evaluadas. La presencia de cuerpo lúteo al momento de aplicar la $PGF_{2\alpha}$, no implica diferencia en el comportamiento estral, posiblemente debido al número de animales que tenían cuerpo lúteo y no presentaron conducta de celo, sumado a aquellos que sin poseerlo presentaron comportamiento de imitación. La interacción de edad por experimento, tampoco representó una fuente de variación de la conducta.

4.5.4.- COVARIACION JERARQUÍA - CONDUCTA ESTRAL:

Para determinar si los cambios en el índice de dominancia y en el rango ordinal de jerarquía conllevan cambios en la conducta estral, se realizaron análisis en los que estos parámetros sociales se incluyeron como covariables, y como variables independientes el número de experimento en sus funciones lineal, cuadrática y cúbica. Los resultados obtenidos se incluyen en el cuadro 20.

Cuadro 20.- Niveles de significancia para las variables de respuesta y las covariables en relación con el individuo y con las funciones lineal, cuadrática y cúbica del número de experimento, en las vacas.

Variables independ.	Variables de respuesta							
	C.A.	C.P.	S.A.	S.P.	I.A.	I.P.	J.A.	J.P.
R.O.J.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	*	N.S.
I.D.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Identidad	**	**	**	**	**	**	**	**
No. Aplic	**	N.S.	*	*	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
No. Aplic ²	*	N.S.	*	**	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
No. Aplic ³	*	N.S.	*	**	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

* = significativo $p < 0.05$; ** = significativo $p < 0.01$; R.O.J. = rango ordinal de jerarquía; I.D. = índice de dominancia, se incluyeron como covariables. Las variables de respuesta son: CA = Total de conductas activas; CP = Total de conductas pasivas; SA = Total de conductas activas de sexo; SP = Total de conductas pasivas de sexo; IA = Total de conductas activas de inspección; IP = Total de conductas pasivas de inspección; JA = Total de conductas activas de jerarquía; JP = Total de conductas pasivas de jerarquía. Las variables

independientes son: Edad = vacas o vaquillas; C. Lúteo = presencia o ausencia de cuerpo lúteo; Estro = presencia o ausencia de estro; No. Exp. = número de experimento; Ident(Ed) = Identidad o individuo, anidado dentro de edad; Edad*Exp. = Interacción de edad por experimento.

La covariación planteada no fue significativa en las vacas, esto es que no hubo variación sincrónica entre las variables de respuesta y los parámetros sociales considerados. Solamente hay covariación con las conductas de jerarquía activa, puesto que mediante estas, el individuo obtiene y conserva una posición dentro del grupo. Las conductas de sexo activo y pasivo, presentaron efectos lineal, cuadrático y cúbico significativos.

Cuadro 21.- Niveles de significancia para las variables de respuesta y las covariables en relación con el individuo y con las funciones lineal, cuadrática y cúbica del número de experimento, en las vaquillas.

Variables independ.	Variables de respuesta							
	C.A.	C.P.	S.A.	S.P.	I.A.	I.P.	J.A.	J.P.
R.O.J.	*	**	N.S.	**	**	**	N.S.	*
I.D.	**	**	**	**	*	**	*	N.S.
Identidad	*	*	N.S.	*	N.S.	*	*	*
No. Aplic	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	*	N.S.
No. Aplic ²	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
No. Aplic ³	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

* = significativo $p < 0.05$; ** = significativo $p < 0.01$; .R.O.J. = rango ordinal de jerarquía; I.D. = Índice de dominancia, se incluyeron como covariables. Las

variables de respuesta son: CA = Total de conductas activas; CP = Total de conductas pasivas; SA = Total de conductas activas de sexo; SP = Total de conductas pasivas de sexo; IA = Total de conductas activas de inspección; IP = Total de conductas pasivas de inspección; JA = Total de conductas activas de jerarquía; JP = Total de conductas pasivas de jerarquía. Las variables independientes son: Edad = vacas o vaquillas; C. Lúteo = presencia o ausencia de cuerpo lúteo; Estro = presencia o ausencia de estro; No. Exp. = numero de experimento; Ident(Ed) = Identidad o individuo, anidado dentro de edad; Edad*Exp. = Interacción de edad por experimento.

En las vaquillas el rango ordinal de jerarquía y el índice de dominancia presentaron covariación significativa con todas las conductas a excepción de las de competencia y están indicando que las variaciones en la conducta estral y las variaciones en la posición jerárquica se presentan simultáneamente. En las vaquillas también es significativo el individuo como determinante de la conducta estral, con excepción de los comportamientos de sexo y de inspección activos, aunque sus valores de significancia son más del orden del 95% comparados con el 99% de los correspondientes en las vacas.

4.5.5.- ASOCIACIONES AFILIATIVAS Y ANTAGÓNICAS:

La asociación entre individuos para interactuar durante el estro se determinó mediante análisis de conglomerados (Cluster analysis). Se estudiaron las asociaciones afiliativas y las antagónicas por separado, esperando encontrar asociaciones repetidas en estros sucesivos entre individuos, con el fin de representar el mayor número de interacciones entre los animales participantes.

En el primer experimento, para las actividades afiliativas, (gráfica 33) en las vacas se observan cuatro conglomerados, uno de los cuales contiene seis animales, donde participan las vacas 3, 7, 8, 5, 6 y 2; junto con este se forma otro de tres animales y dos de dos vacas cada uno. En los experimentos sucesivos se observa la tendencia al fraccionamiento de este grupo central, indicando que las vacas focalizan su actividad en un número más reducido de compañeras. En el segundo experimento, para las actividades afiliativas (gráfica 34) se observan tres grupos de tres individuos cada uno, cuyos respectivos núcleos están formados por dos vacas que se encontraban en el grupo principal del primer experimento, es decir que están formados por animales que se desprendieron de una asociación común anterior (5 con 8), (2 con 6) y (3 con 7). A cada una de estas parejas se les sumó un animal con el que no estuvieron asociadas en el primer experimento (vacas 1, 11 y 12). También se formaron dos grupos de dos vacas cada uno, ninguna de las cuales repitió la asociación con la misma compañera del experimento anterior (B con 4 y 9 con 10).

En el tercer experimento (gráfica 35) se forma un conglomerado de cinco vacas, cuatro de las cuales se habían asociado con anterioridad (Nos. 2, 3, 7 y 8) a las que se suma la No. 4 y otro de cuatro animales, dos de los cuales se habían asociado en experimentos anteriores. En los dos grupos de dos animales cada uno, encontramos otra vez a los mismos individuos que formaron grupos pequeños en los experimentos anteriores, cambiando de compañera. Solamente las vacas 9 y 10 repiten la asociación del experimento 2.

En el cuarto experimento (gráfica 36) se forman dos conglomerados de cinco y tres animales respectivamente en los que aparecen asociados nuevamente las vacas 3, 6, 7 y 8 como lo habían estado en los tres casos anteriores. En el grupo

pequeño se asocia la vaca B con la 4 y la 11, con las que lo hizo en una sola ocasión anterior. En el quinto experimento (gráfica 37) se asocian nuevamente seis animales, de los cuales cuatro lo habían hecho de alguna forma en las ocasiones anteriores. En el sexto experimento (gráfica 38) se forman cuatro grupos en los que se repite solamente la asociación de las vacas 1 y 4. En estas gráficas puede observarse también que algunas vacas interactuaron muy pocas veces o no lo hicieron entre si a pesar de estar en calor al mismo tiempo.

Es de hacer notar que las vacas que formaron conglomerados grandes tendieron a conservar las mismas compañeras de actividad en estos sucesivos mientras que las vacas que formaron grupos de solo dos individuos, mantienen la misma tendencia en todos los experimentos, pero cambian de compañera entre uno y otro, repitiendo la asociación pocas veces. (vacas B, 1, 4, 9, 10, 11 y 12).

Para las conductas de competencia la asociación se produce formando núcleos más pequeños, no mayores de tres individuos, entre los mismos animales que en las conductas afiliativas, pero con distinto grado de proximidad, es decir que las afiliadas más cercanamente, compiten más con otro animal del mismo grupo o de uno distinto. Así por ejemplo en el primer experimento (gráfica 39) las vacas 5 y 7 se enfrentan más cerradamente, pero no son las más próximas en conductas afiliativas, lo mismo sucede con la vaca 12 que formaba parte de otro grupo. Caso similar sucede con las vacas 3 y 6 que pertenecian a subgrupos afiliativos diferentes y que compiten entre sí más que con la No. 2. Las vacas 8 y 9 no formaron parte del mismo grupo afiliativo, sin embargo se enfrentaron más. En el segundo experimento (gráfica 40) sucede algo similar con los conglomerados que forman por una parte los animales 1, 5 y 6, por otra parte los animales 3, 7 y 8; finalmente los animales 9 y 12 que se agruparon de manera diferente en las

conductas afiliativas que en las de competencia. Si se observan las gráficas correspondientes a los demás experimentos (gráficas 41 a 44) se podrán ver ejemplos de asociaciones similares. Es decir que las vacas más próximas en las conductas de afiliación, también compiten de manera cercana pero con diferente grado de proximidad. Así, las vacas 2 y 6 fueron las más próximas en las conductas afiliativas, pero en las de competencia la 6 estuvo más cerca de la 3 que de la 2. Este tipo de cambio de posición entre los dos tipos de asociación se repite frecuentemente en las vacas.

Es de notar también que las vacas que compiten de manera más próxima, cambian con mayor frecuencia de un experimento a otro, con la excepción de las vacas 3 y 8 que se enfrentaron en cuatro de los seis experimentos. Las demás vacas cambiaron de "rival" con mayor frecuencia que de compañera de monta. Se puede concluir que las asociaciones afiliativas entre las vacas son más estables que las asociaciones de competencia. En las cuatro ocasiones en que se enfrentaron los animales 3 y 8, se presentó una asociación cercana entre las vacas 3 y 7. Esto puede indicar una lucha de la vaca 8 por interactuar con alguna de las otras dos, que fue repelida constantemente por la vaca 3.

En las gráficas correspondientes a las actividades afiliativas de las vaquillas, ((gráficas 45 a 50) puede verse como comienzan con grupos pequeños de dos y tres individuos en el primer experimento (gráfica 45) y posteriormente se agruparon formando un conglomerado principal de cinco o seis individuos acompañados en cada caso de uno más pequeño de entre dos y tres individuos (cuatro en una sola ocasión). Solamente en el primer experimento se presentaron más de dos conglomerados.

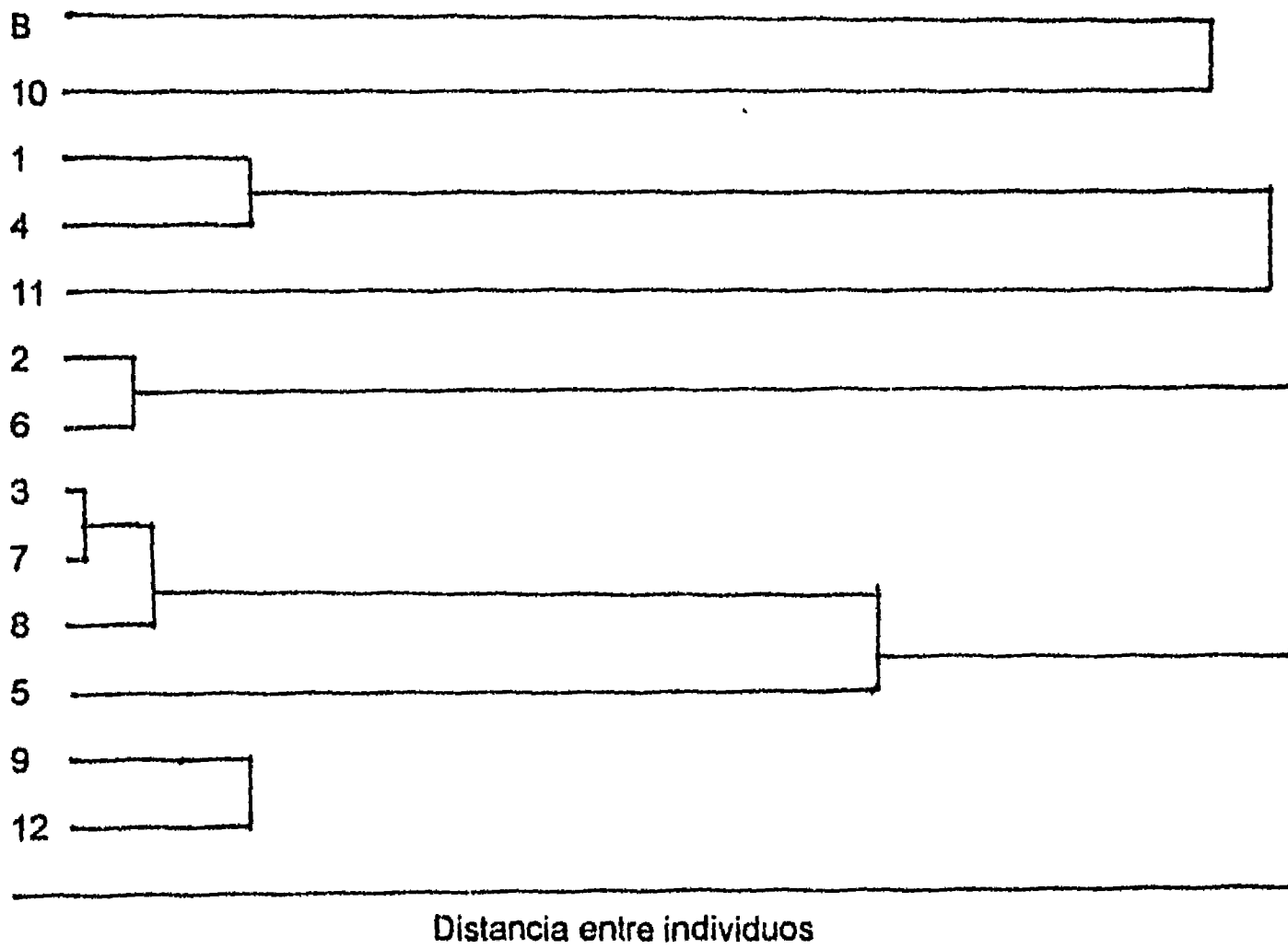
Las vaquillas tienden a formar menor número de grupos pero con mayor número de individuos, pues mientras estas formaron un total de 12 grupos en los seis experimentos, con un promedio de 3.9 animales por conglomerado, las vacas formaron 21 grupos con promedio de 3.0 animales. Es posible que mientras en las vacas la entrada en calor simultánea de varios animales tienda a producir grupos más pequeños, en las vaquillas tienda a producir grupos más concurridos.

Es de notarse que dentro de los grupos de vaquillas es mucho menos frecuente que se repitan las asociaciones "amigables" entre los mismos animales, como sucede con las vacas. Por ejemplo, en el primer experimento (gráfica 45) se asocian las vaquillas C, 19 y 21; en el segundo experimento (gráfica 46) no son las más próximas y la 19 aparece asociada con la 14 y la 17. En el siguiente experimento (gráfica 47) la 19 se asocia con la 15 y la C formando grupo con vaquillas con las que no estuvo asociada anteriormente como la D, 14, 17 y 18. En los demás experimentos (gráficas 48, 49 y 50) se notan cambios frecuentes de compañeras tanto en el núcleo de cada grupo, como en los otros niveles de asociación. En general se nota que las asociaciones afiliativas son más variables en las vaquillas que en las vacas, ya que raramente se ve a las mismas parejas como núcleo de grupos sucesivos o integrando el mismo grupo consistentemente.

Con respecto a las conductas de competencia entre vaquillas puede verse que los enfrentamientos entre determinados individuos son más constantes que las asociaciones afiliativas. Por ejemplo las vaquillas C y 17 se enfrentan, como núcleo de su grupo, en cinco de los seis experimentos, (gráficas 51 a 56) las vaquillas 16 y 20 también en cinco experimentos, aunque con alguna variación en el núcleo del grupo. Las vaquillas 14, 15 y 19 forman grupos idénticos en dos experimentos consecutivos (gráficas 51 y 52) lo que no se vio en las conductas

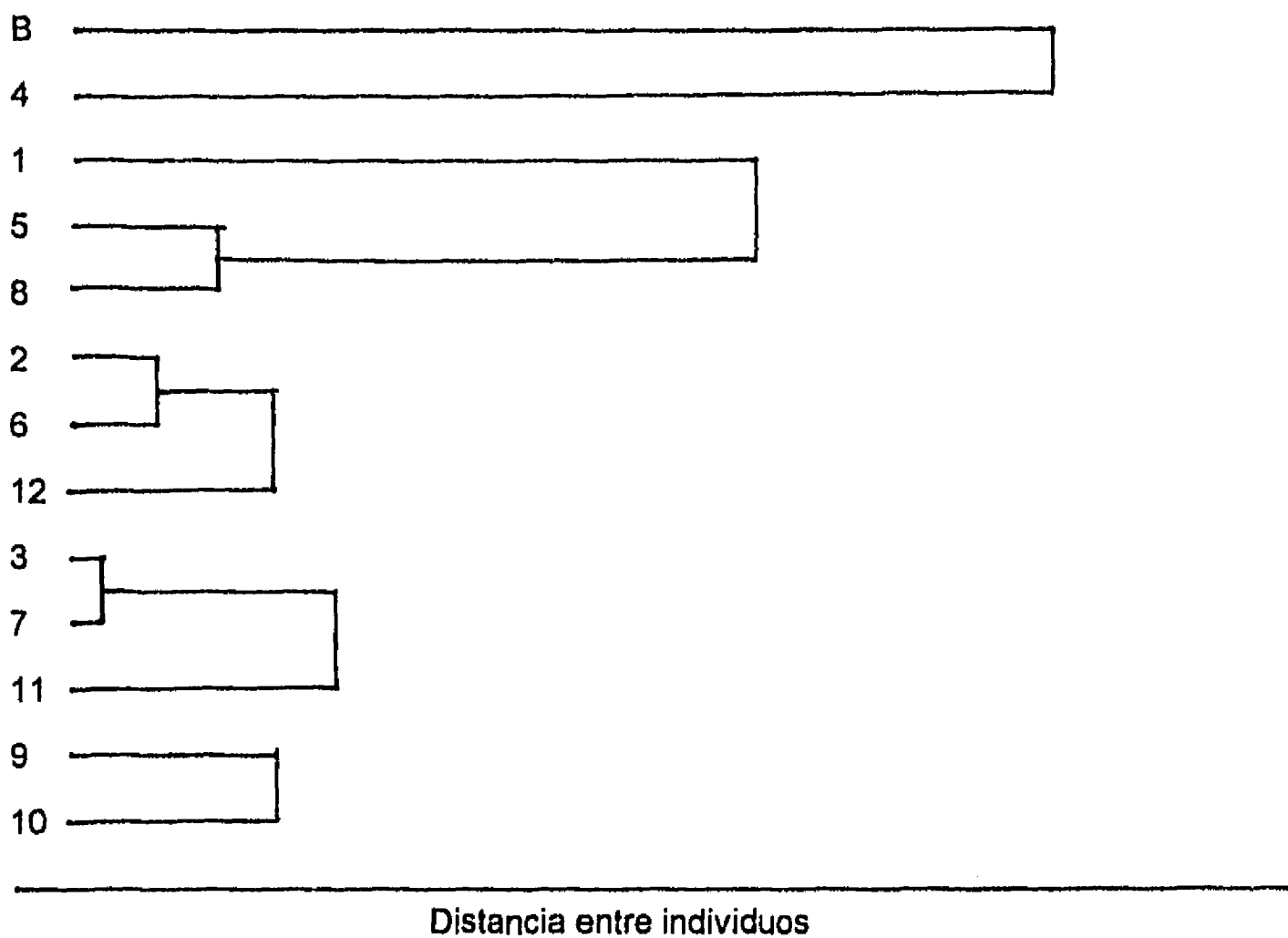
estrales. Es también más frecuente encontrar enfrentadas a algunas que no tomaron parte en los grupos de interacción "amigables", 22% del total de animales por experimento en las vaquillas contra 4.3% en las vacas. En general las rivalidades entre determinadas vaquillas son más constantes que entre las vacas. Es interesante la observación de que en las vacas las asociaciones afiliativas son más estables que las asociaciones de competencia, mientras que en las vaquillas sucede lo opuesto, esto es que las asociaciones de competencia son más estables que las afiliativas.

Gráfica 33.- Dendrograma para las conductas afiliativas de las vacas durante el primer experimento.



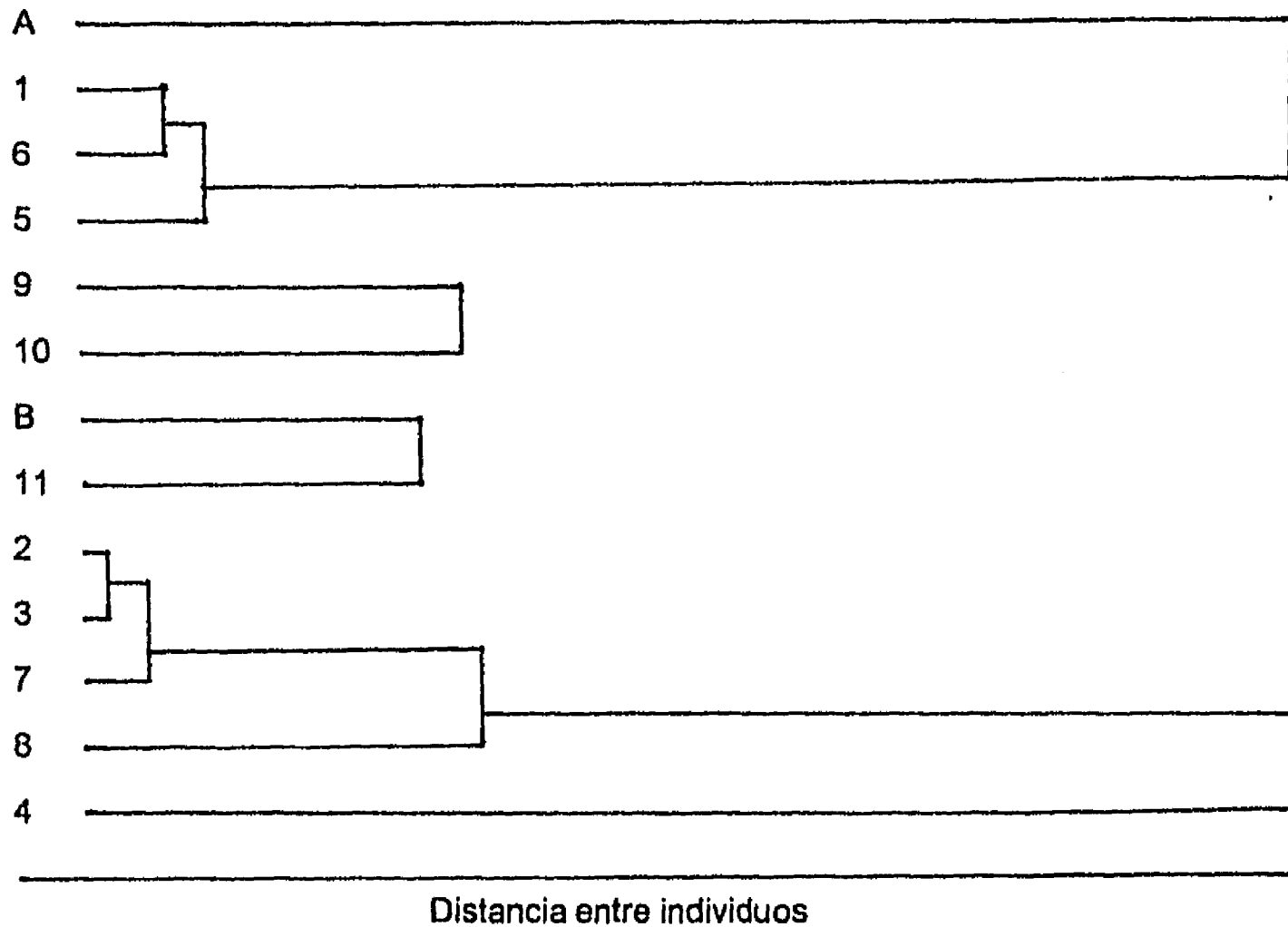
Las vacas que no aparecen en el dendrograma no formaron asociaciones cercanas con ninguna otra vaca como tampoco las que no están unidas por líneas.

Gráfica 34.- Dendrograma para las conductas afiliativas de las vacas durante el segundo experimento.



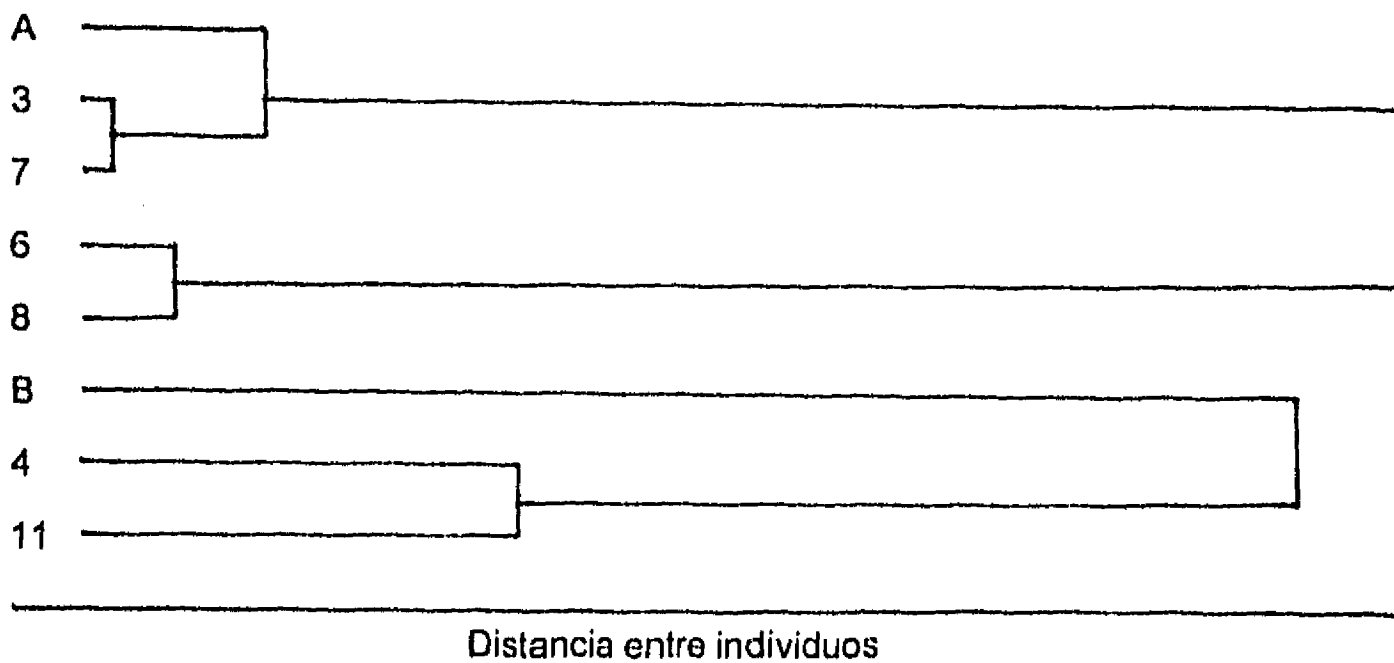
Las vacas que no aparecen en el dendrograma no formaron asociaciones cercanas con ninguna otra vaca como tampoco las que no están unidas por líneas.

Gráfica 35.- Dendrograma para las conductas afiliativas de las vacas durante el tercer experimento.



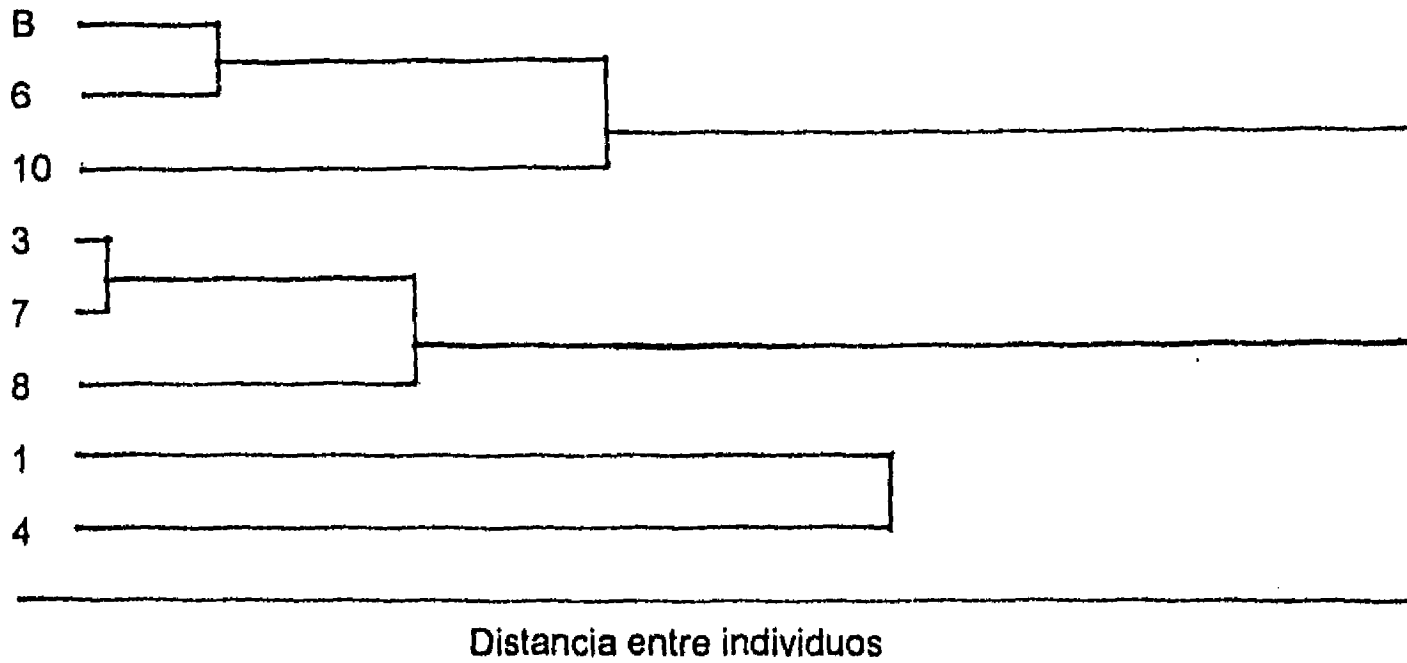
Las vacas que no aparecen en el dendrograma no formaron asociaciones cercanas con ninguna otra vaca como tampoco las que no están unidas por líneas.

Gráfica 36.- Dendrograma para las conductas afiliativas de las vacas durante el cuarto experimento.



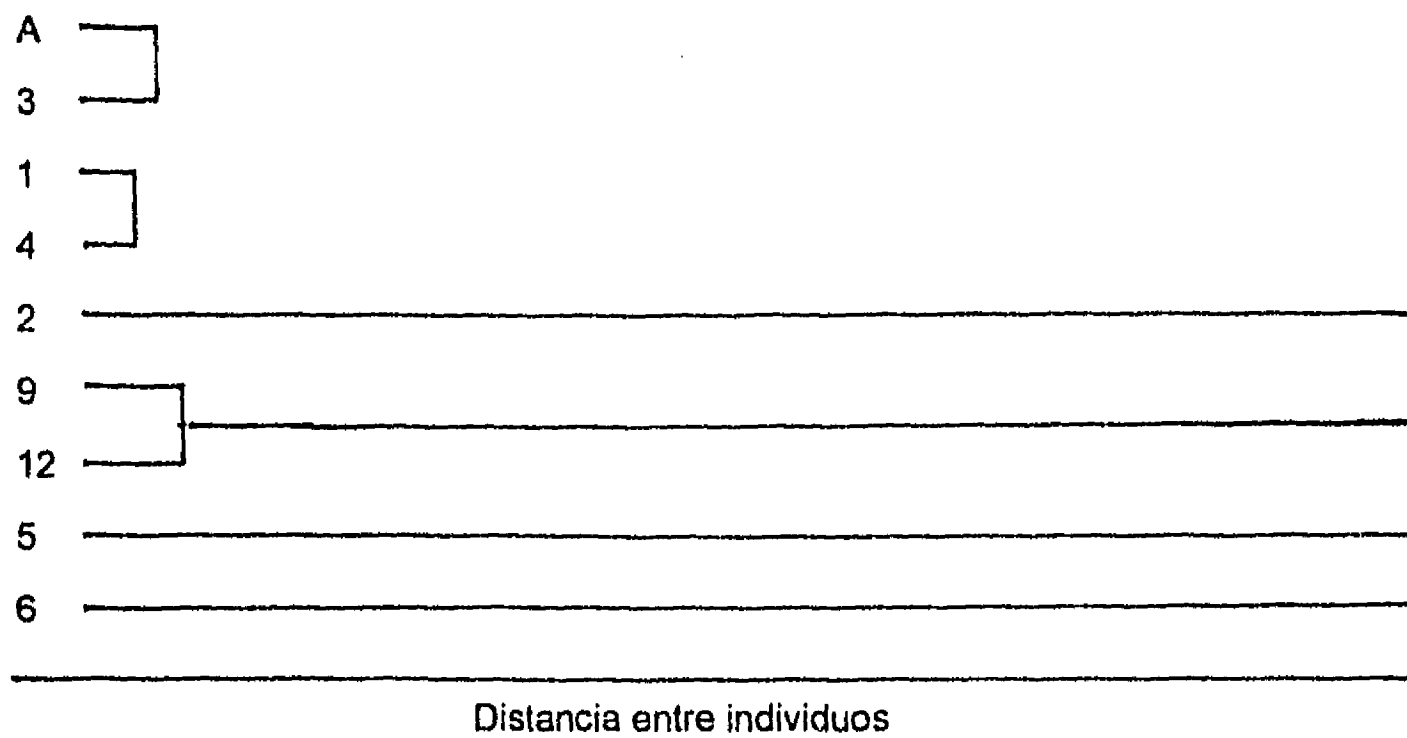
Las vacas que no aparecen en el dendrograma no formaron asociaciones cercanas con ninguna otra vaca como tampoco las que no están unidas por líneas.

Gráfica 37.- Dendrograma para las conductas afiliativas de las vacas durante el quinto experimento.



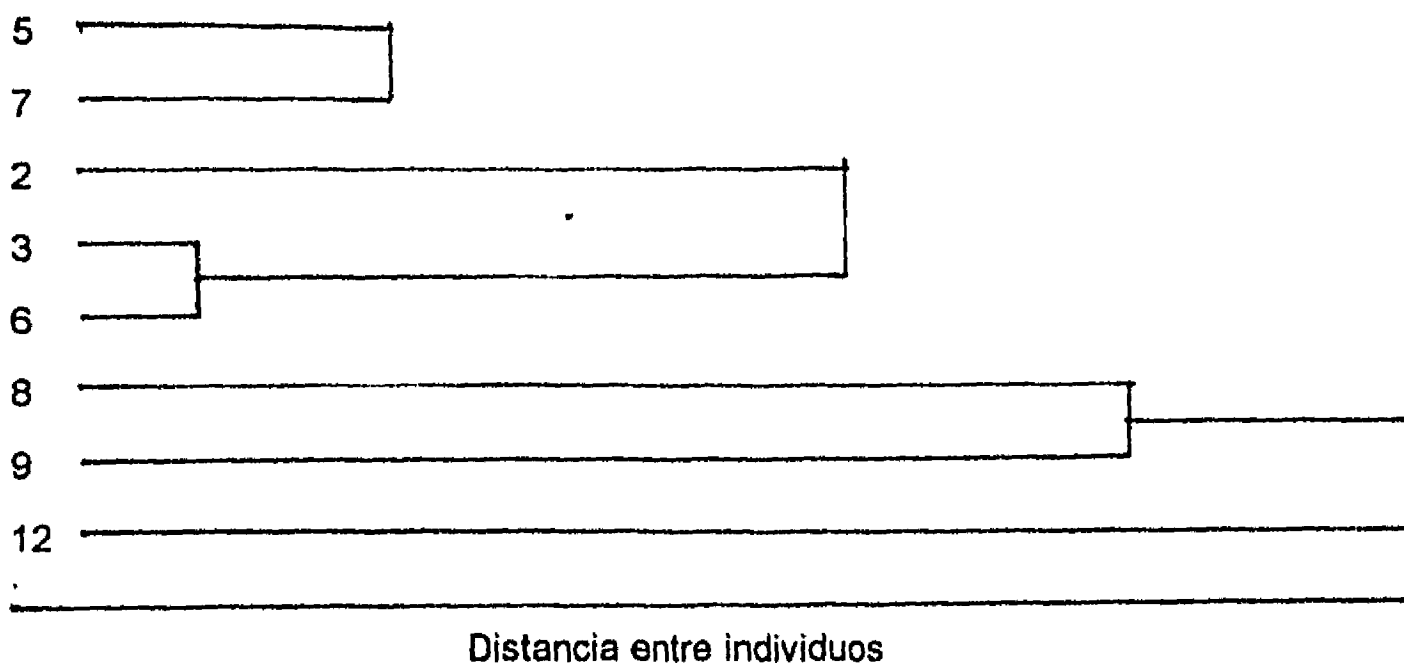
Las vacas que no aparecen en el dendrograma no formaron asociaciones cercanas con ninguna otra vaca como tampoco las que no están unidas por líneas.

Gráfica 38.- Dendrograma para las conductas afiliativas de las vacas durante el sexto experimento.



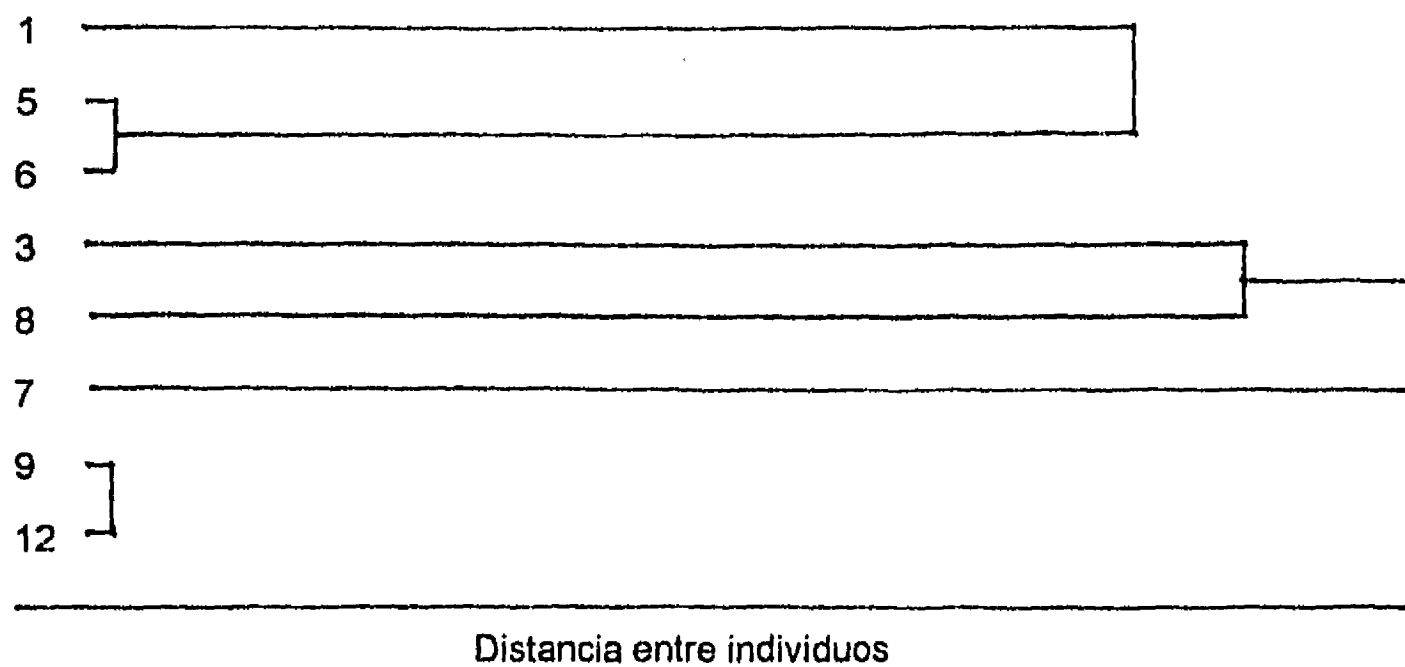
Las vacas que no aparecen en el dendrograma no formaron asociaciones cercanas con ninguna otra vaca como tampoco las que no están unidas por líneas.

Gráfica 39.- Dendrograma para las conductas de competencia de las vacas durante el primer experimento.



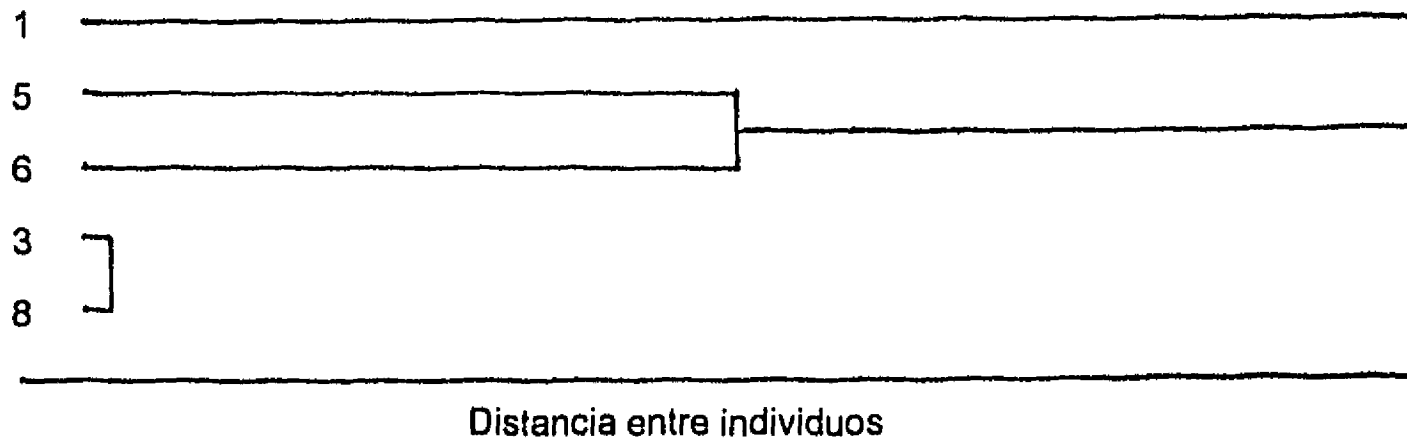
Las vacas que no aparecen en el dendrograma no formaron asociaciones cercanas con ninguna otra vaca como tampoco las que no están unidas por líneas.

Gráfica 40.- Dendrograma para las conductas de competencia de las vacas durante el segundo experimento.



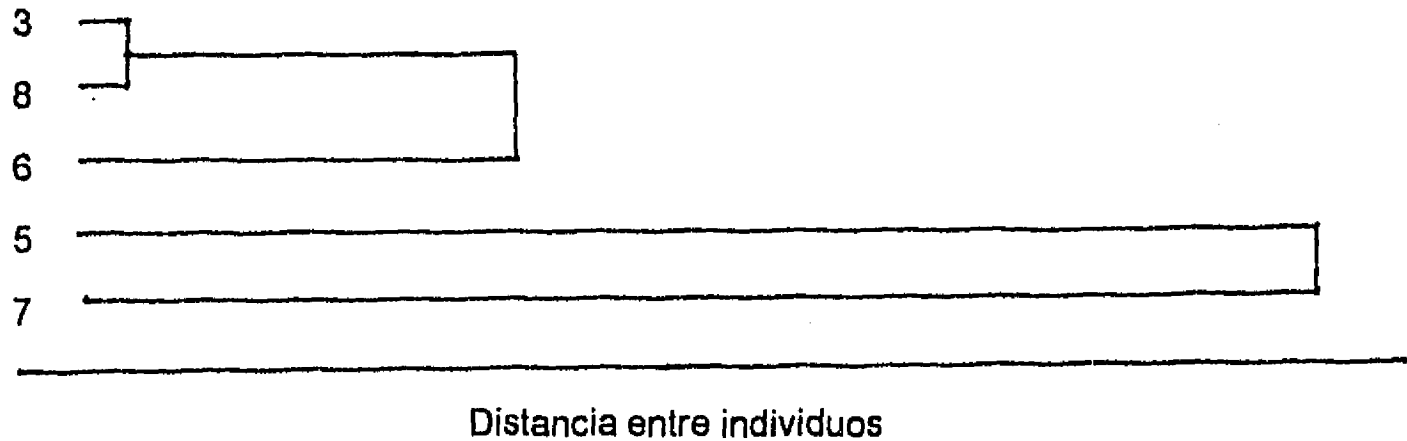
Las vacas que no aparecen en el dendrograma no formaron asociaciones cercanas con ninguna otra vaca como tampoco las que no están unidas por líneas.

Gráfica 41.- Dendrograma para las conductas de competencia de las vacas durante el tercer experimento.



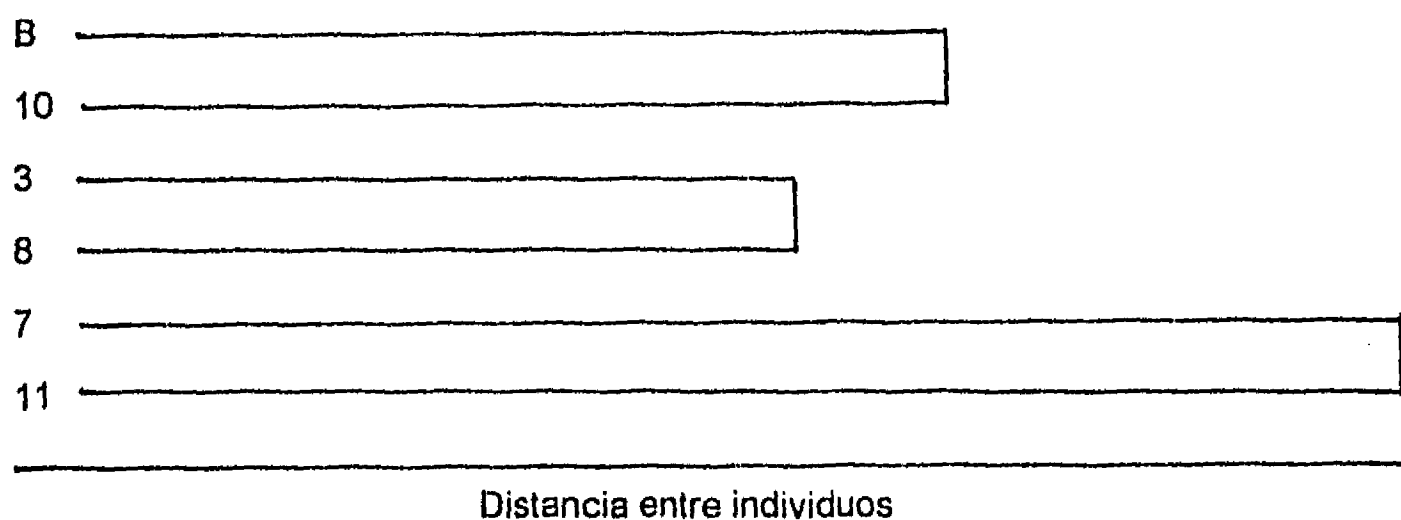
Las vacas que no aparecen en el dendrograma no formaron asociaciones cercanas con ninguna otra vaca como tampoco las que no están unidas por líneas.

Gráfica 42.- Dendrograma para las conductas de competencia de las vacas durante el cuarto experimento.



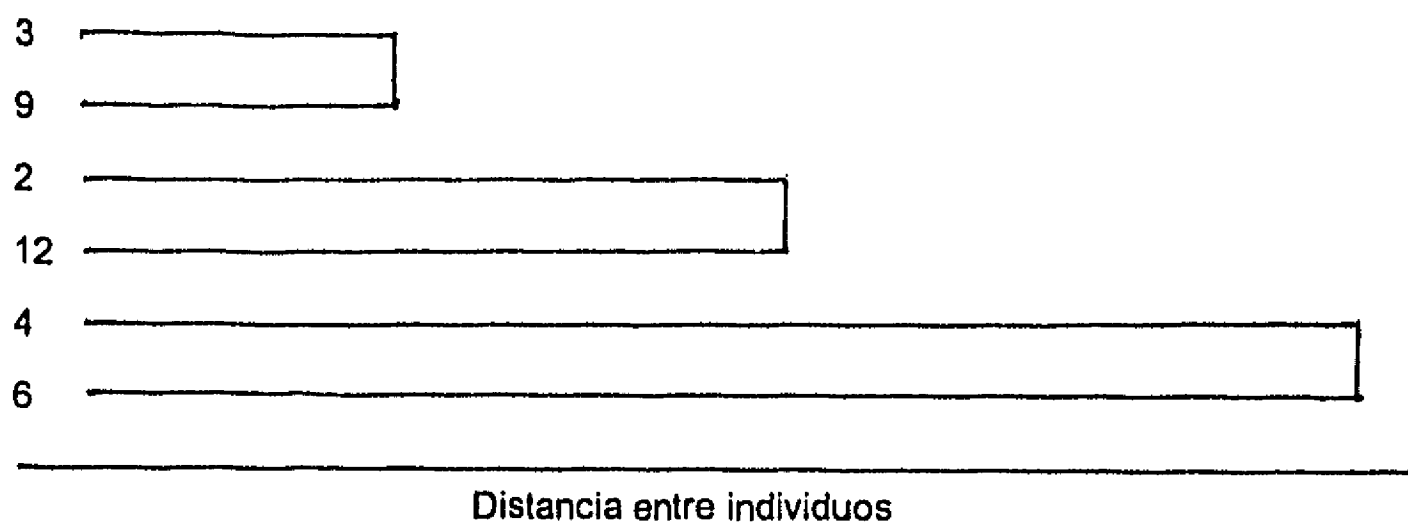
Las vacas que no aparecen en el dendrograma no formaron asociaciones cercanas con ninguna otra vaca como tampoco las que no están unidas por líneas.

Gráfica 43.- Dendrograma para las conductas de competencia de las vacas durante el quinto experimento.



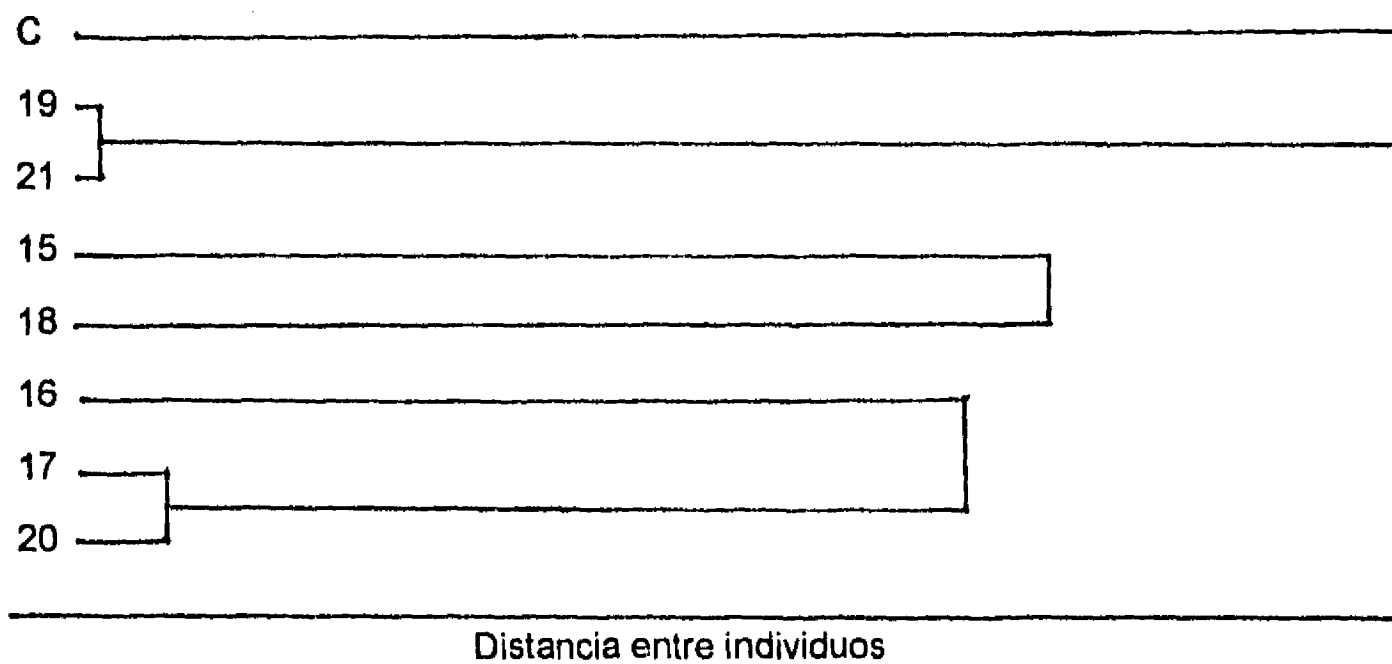
Las vacas que no aparecen en el dendrograma no formaron asociaciones cercanas con ninguna otra vaca como tampoco las que no están unidas por líneas.

Gráfica 44.- Dendrograma para las conductas de competencia de las vacas durante el sexto experimento.



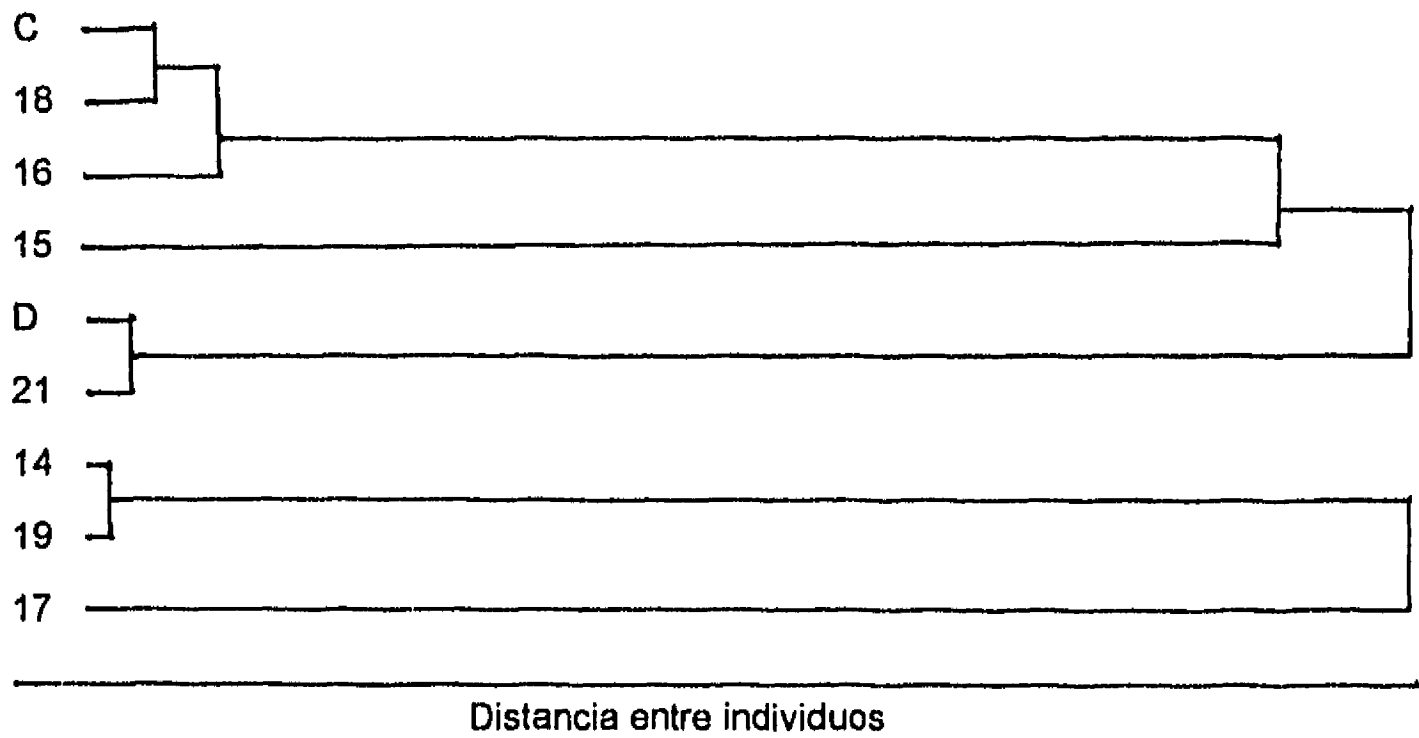
Las vacas que no aparecen en el dendrograma no formaron asociaciones cercanas con ninguna otra vaca como tampoco las que no están unidas por líneas.

Gráfica 45.- Dendrograma para las conductas afiliativas de las vaquillas durante el primer experimento.



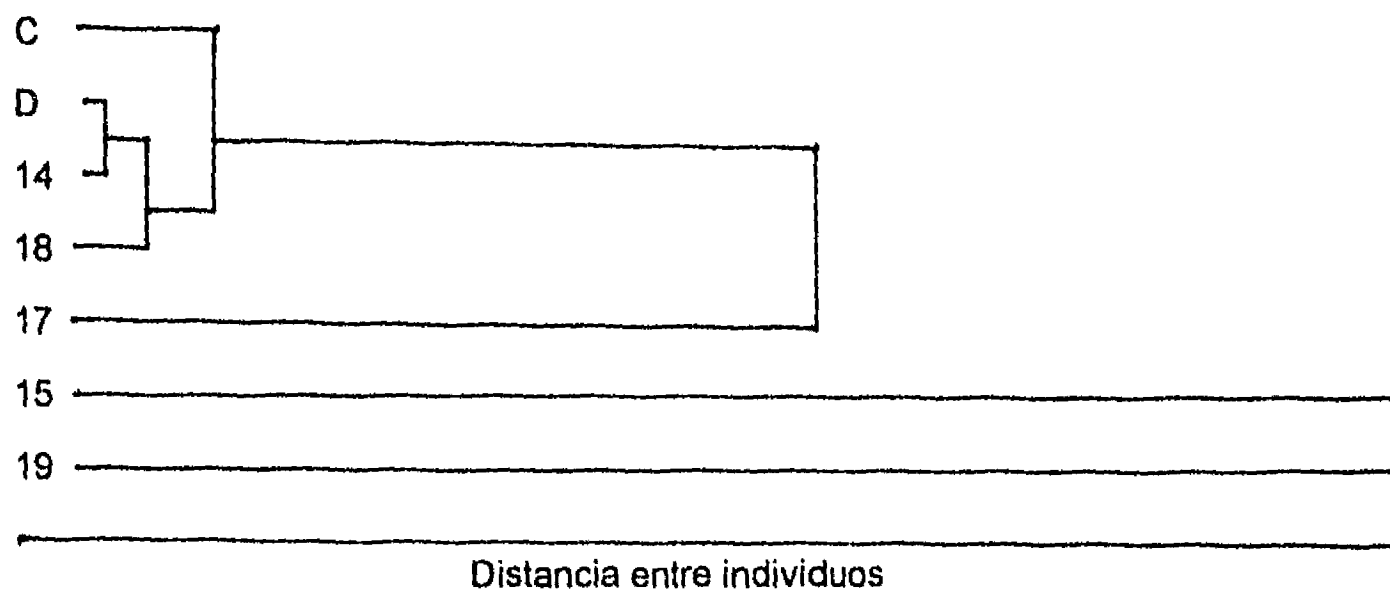
Las vaquillas que no aparecen en el dendrograma no formaron asociaciones cercanas con ninguna otra vaquilla como tampoco las que no están unidas por líneas.

Gráfica 46.- Dendrograma para las conductas afiliativas de las vaquillas durante el segundo experimento.



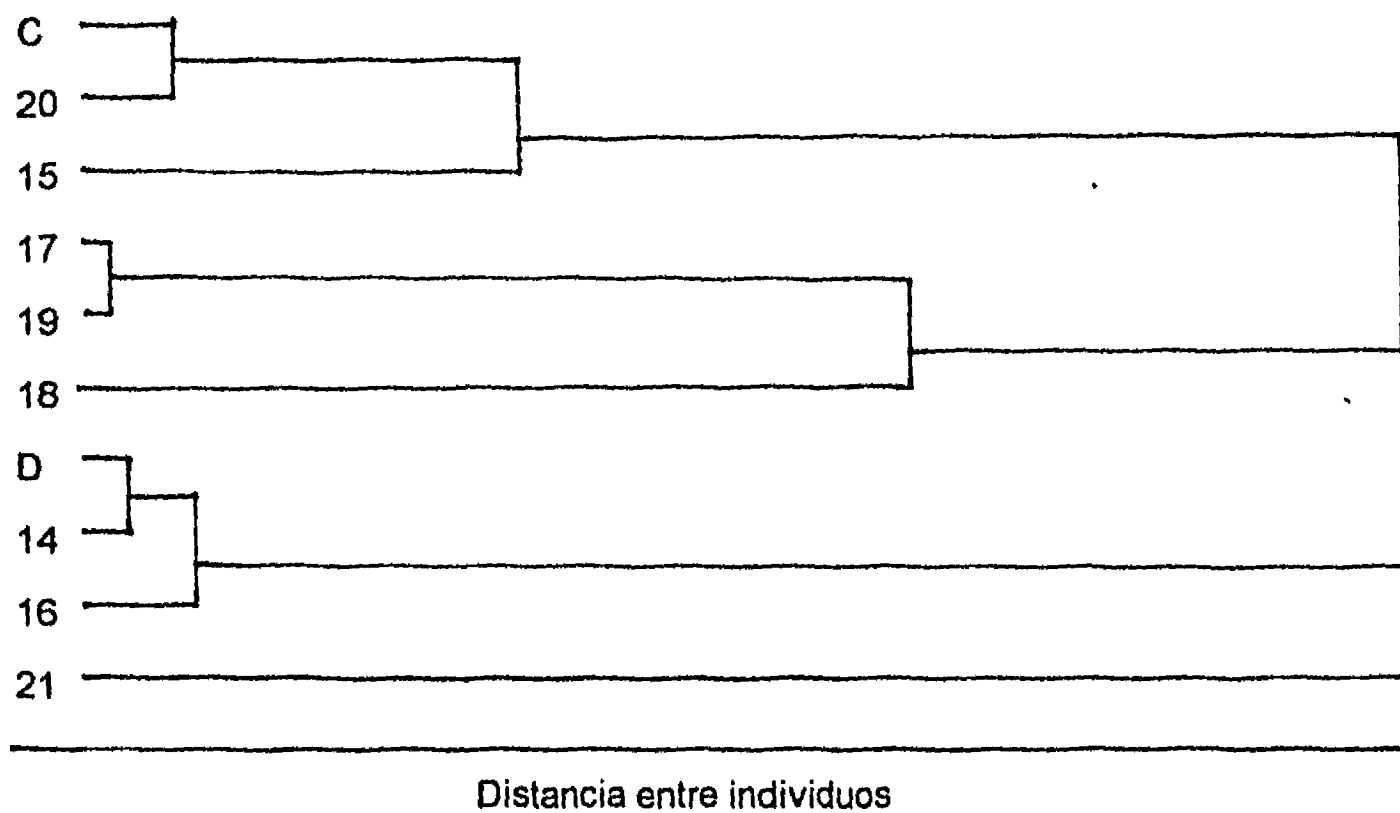
Las vaquillas que no aparecen en el dendrograma no formaron asociaciones cercanas con ninguna otra vaquilla como tampoco las que no están unidas por líneas.

Gráfica 47.- Dendrograma para las conductas afiliativas de las vaquillas durante el tercer experimento.



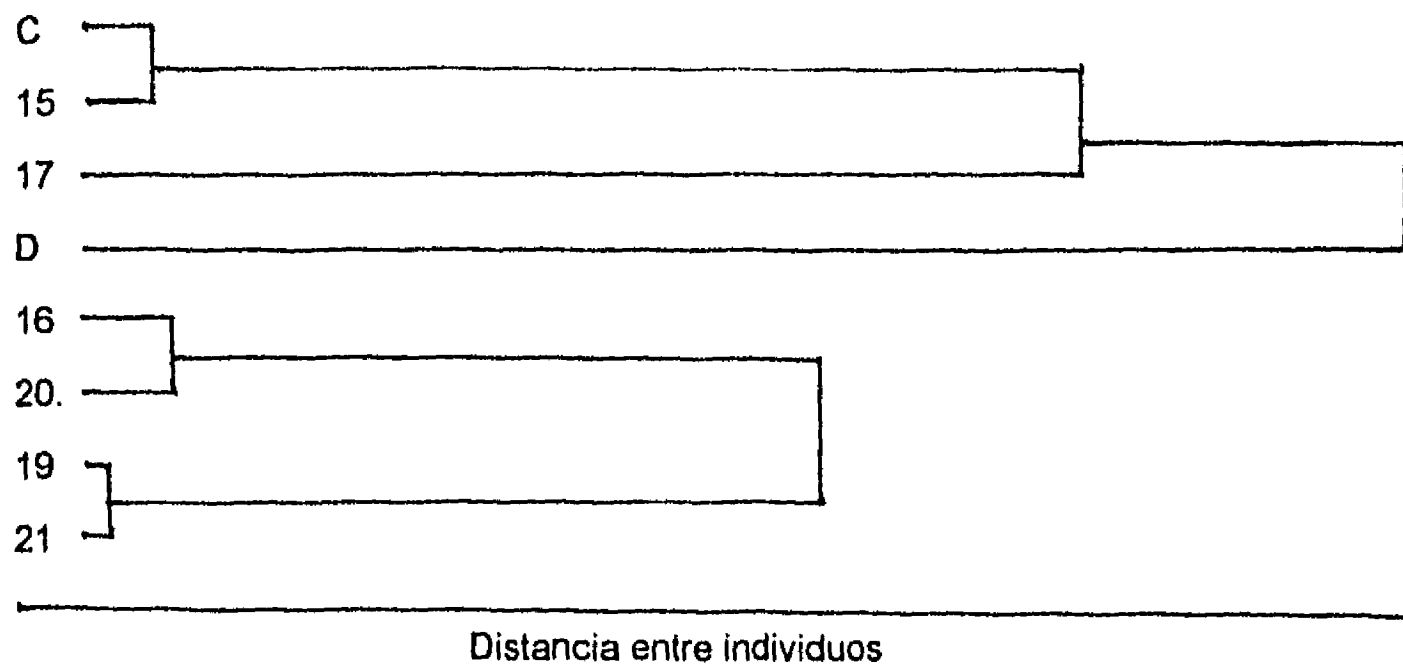
Las vaquillas que no aparecen en el dendrograma no formaron asociaciones cercanas con ninguna otra vaquilla como tampoco las que no están unidas por líneas.

Gráfica 48.- Dendrograma para las conductas afiliativas de las vaquillas durante el cuarto experimento.



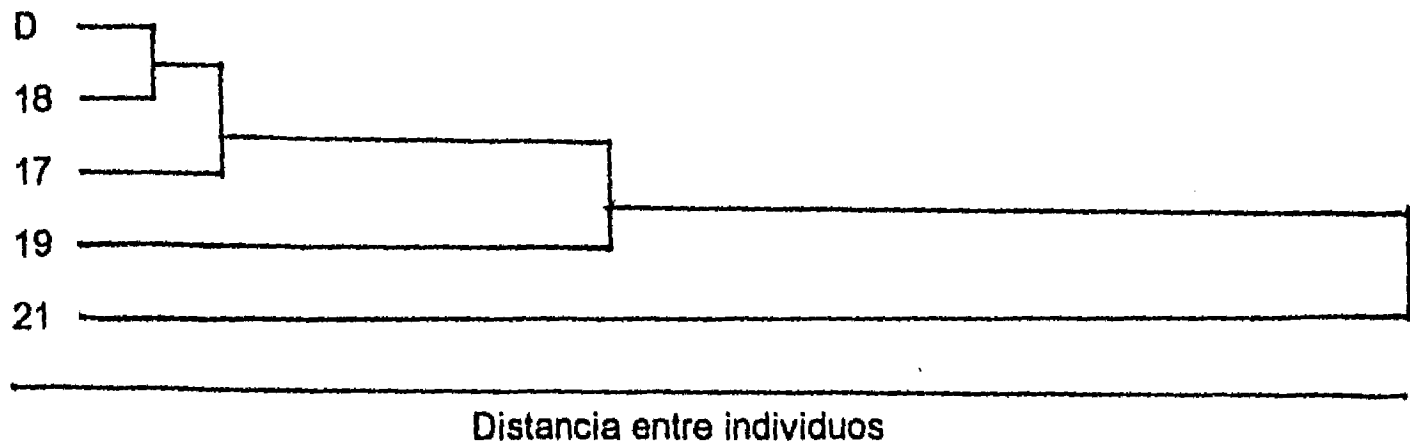
Las vaquillas que no aparecen en el dendrograma no formaron asociaciones cercanas con ninguna otra vaquilla como tampoco las que no están unidas por líneas.

Gráfica 49.- Dendrograma para las conductas afiliativas de las vaquillas durante el quinto experimento.



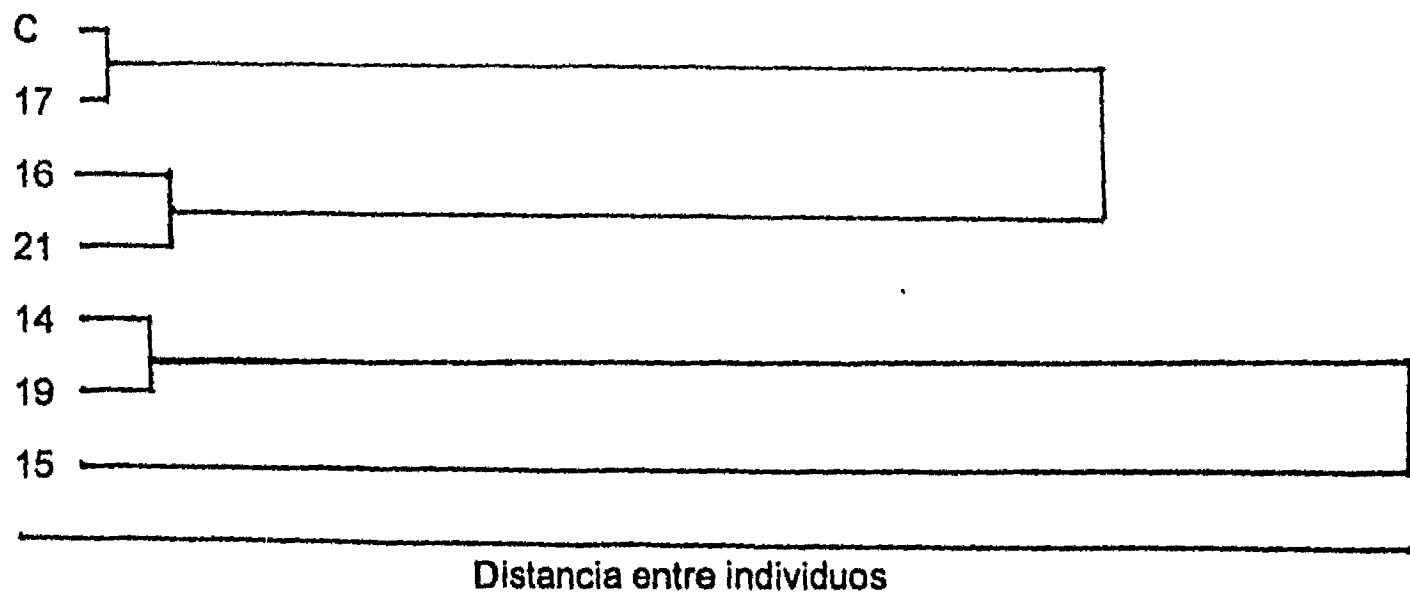
Las vaquillas que no aparecen en el dendrograma no formaron asociaciones cercanas con ninguna otra vaquilla como tampoco las que no están unidas por líneas.

Gráfica 50.- Dendrograma para las conductas afiliativas de las vaquillas durante el sexto experimento.



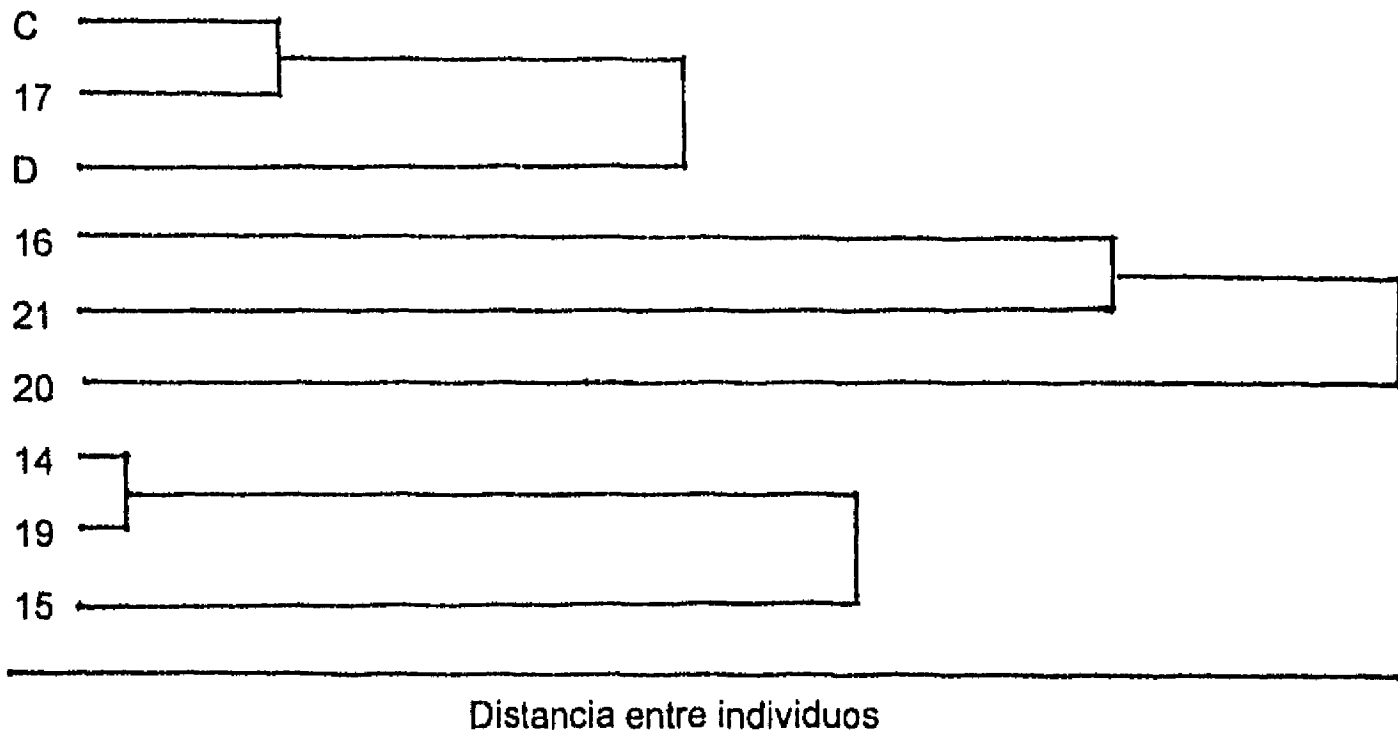
Las vaquillas que no aparecen en el dendrograma no formaron asociaciones cercanas con ninguna otra vaquilla como tampoco las que no están unidas por líneas.

Gráfica 51.- Dendrograma para las conductas de competencia de las vaquillas durante el primer experimento.



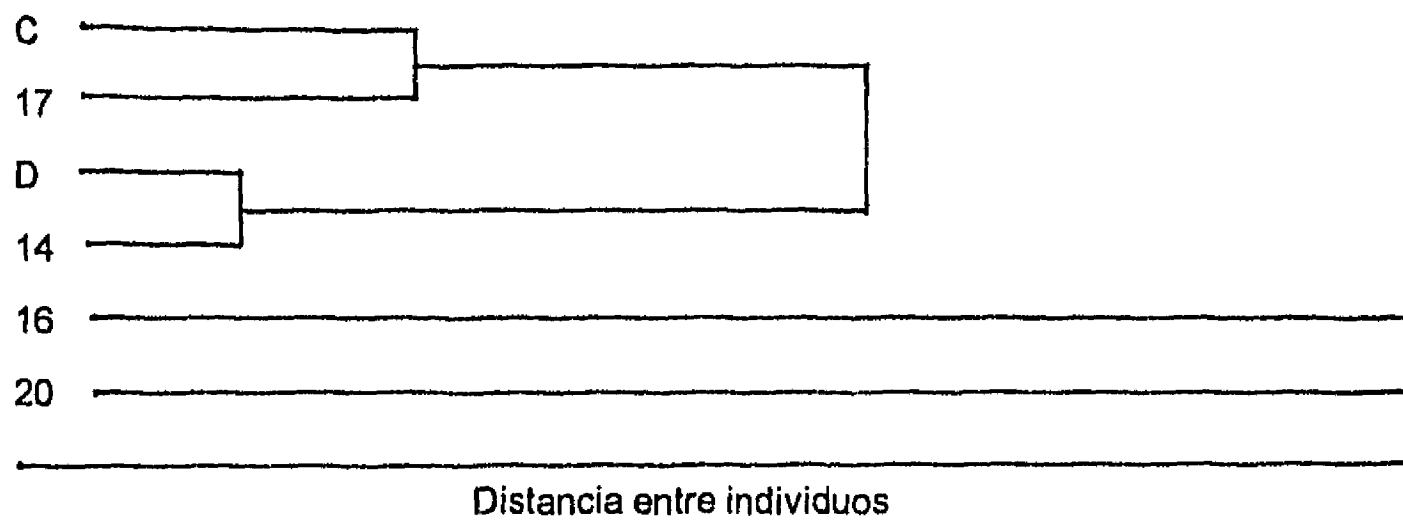
Las vaquillas que no aparecen en el dendrograma no formaron asociaciones cercanas con ninguna otra vaquilla como tampoco las que no están unidas por líneas.

Gráfica 52.- Dendrograma para las conductas de competencia de las vaquillas durante el segundo experimento.



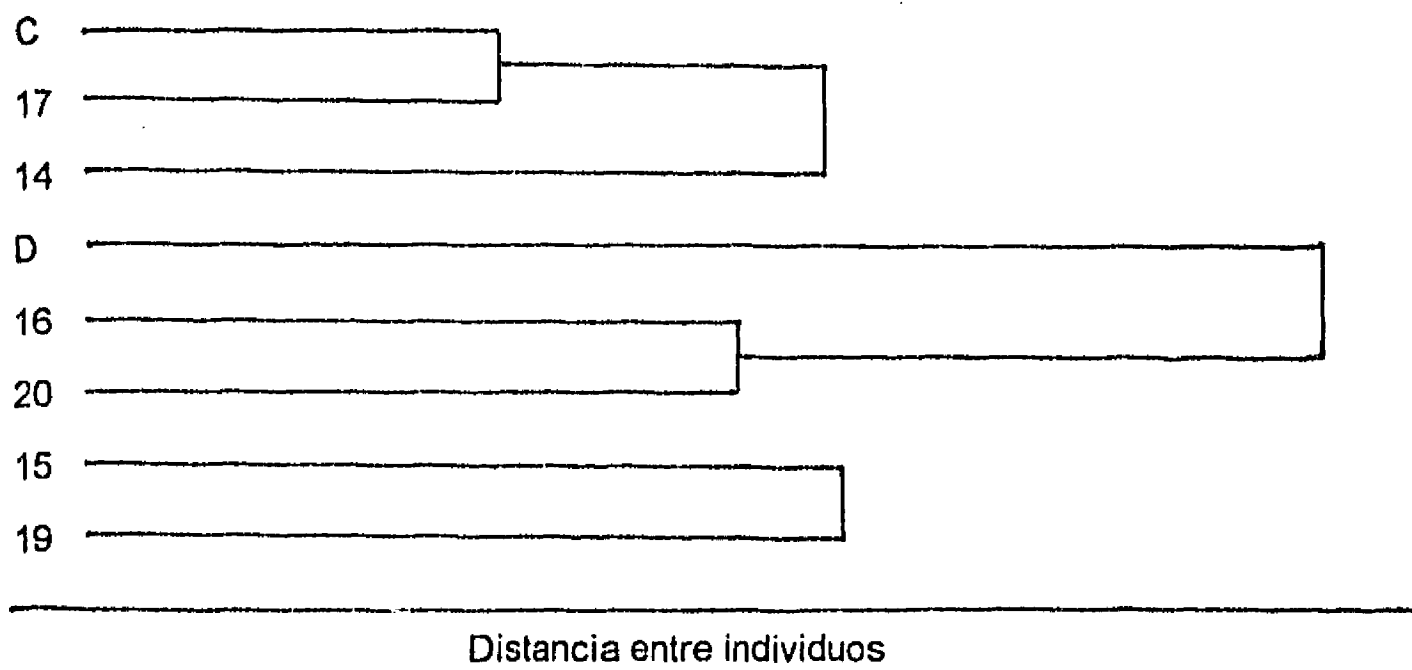
Las vaquillas que no aparecen en el dendrograma no formaron asociaciones cercanas con ninguna otra vaquilla como tampoco las que no están unidas por líneas.

Gráfica 53.- Dendrograma para las conductas de competencia de las vaquillas durante el tercer experimento.



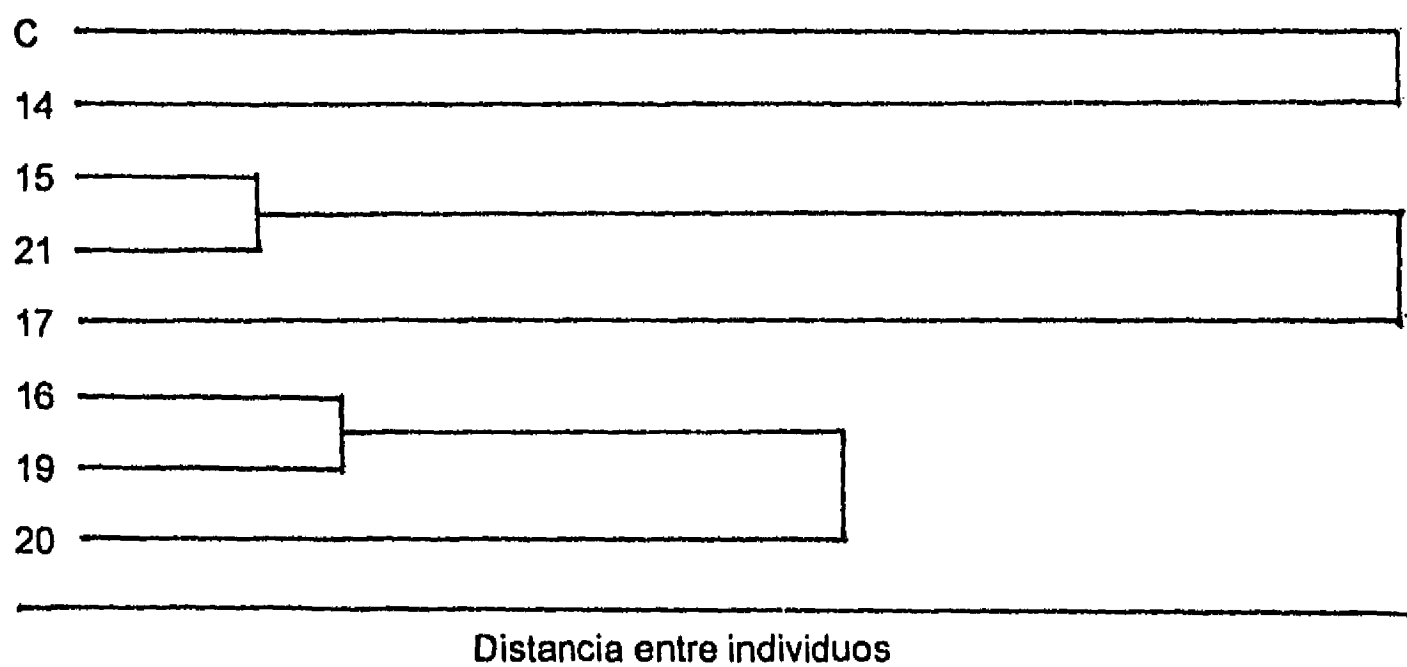
Las vaquillas que no aparecen en el dendrograma no formaron asociaciones cercanas con ninguna otra vaquilla como tampoco las que no están unidas por líneas.

Gráfica 54.- Dendrograma para las conductas de competencia de las vaquillas durante el cuarto experimento.



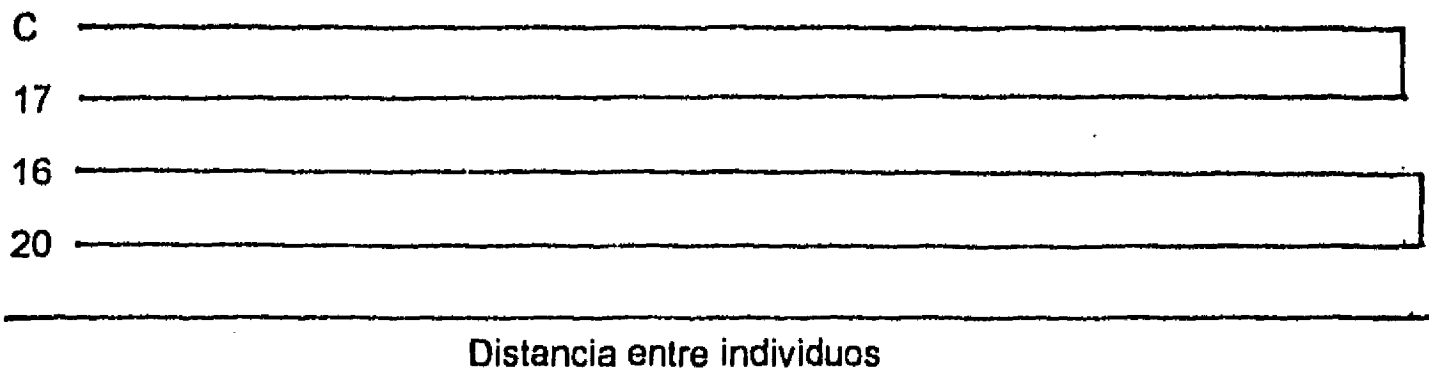
Las vaquillas que no aparecen en el dendrograma no formaron asociaciones cercanas con ninguna otra vaquilla como tampoco las que no están unidas por líneas.

Gráfica 55.- Dendrograma para las conductas de competencia de las vaquillas durante el quinto experimento.



Las vaquillas que no aparecen en el dendrograma no formaron asociaciones cercanas con ninguna otra vaquilla como tampoco las que no están unidas por líneas.

Gráfica 56.- Dendrograma para las conductas de competencia de las vaquillas durante el sexto experimento.



Las vaquillas que no aparecen en el dendrograma no formaron asociaciones cercanas con ninguna otra vaquilla como tampoco las que no están unidas por líneas.

4.5.6.- CORRELACIÓN ENTRE POSICIÓN JERÁRQUICA Y CONDUCTA ESTRAL:

Para buscar las relaciones existentes entre el rango ordinal de jerarquía, el índice de dominancia con las conductas de sexo, de inspección y de jerarquía se calculó la correlación cuyas matrices se exponen a continuación.

Cuadro 22.- Matriz de coeficientes de correlación entre los estimadores de jerarquía y el número de conductas estrales en las vacas.

	Índice de dominancia	Conductas de sexo	Conductas de inspección	Conductas de jerarquía
Rango Ordinal de jerarquía	0.78 **	-0.41 **	-0.54 **	-0.43 **
Índice de dominancia		-0.24 N.S.	-0.36 *	-0.31 *
Conductas de sexo			0.88 **	0.68 **
Conductas de inspección				0.62 **

** estadísticamente signif. ($p < 0.01$).; * estadísticamente signif. ($p < 0.05$).

En esta matriz vemos, como era de esperarse, una alta correlación entre el rango ordinal de jerarquía y el índice de dominancia. Pueden verse también correlaciones significativas entre el rango ordinal con las conductas de sexo, de inspección y de jerarquía. El coeficiente de correlación resulta negativo a causa de que tanto el rango ordinal como el índice de dominancia, tienen valores numéricos menores cuando el animal es más dominante, es decir que las vacas

de mayor jerarquía realizaron un número mayor de cada una de estas conductas. Es interesante observar que el rango ordinal de jerarquía y las actividades sexuales están correlacionadas significativamente, sin embargo el índice de dominancia no lo está con las conductas sexuales, lo que posiblemente se deba a que el índice de dominancia cambia entre experimentos de acuerdo a la intensidad de la competencia que se haya presentado en cada uno; así un individuo que ocupe el primer lugar en la jerarquía en dos experimentos, puede tener valores diferentes en su índice de dominancia. Por otra parte resulta una correlación alta entre las conductas sexuales, de inspección y de jerarquía, lo cual indica que un animal que realiza numerosas conductas de sexo, también lo hace con las otras dos.

Cuadro 23.- Matriz de coeficientes de correlación entre los estimadores de jerarquía y el número de conductas estrales en las vaquillas.

	Indice de dominancia	Conductas de sexo	Conductas de inspección	Conductas de jerarquía
Rango ordinal de jerarquía	0.83 **	-0.28 N.S.	-0.54 **	-0.10 N.S.
Indice de dominancia		-0.14 N.S.	-0.43 *	-0.03 N.S.
Conductas de sexo			0.72 **	0.67 **
Conductas de inspección				0.76 **

** estadísticamente signif. ($p < 0.01$).; * estadísticamente signif. ($p < 0.05$).

En las vaquillas se presenta una situación similar con excepción de las conductas de sexo y de jerarquía. Estas conductas no están correlacionadas con el rango ordinal ni con el índice de dominancia. Esto indica que una vaquilla realiza estas actividades independientemente de su rango y de la intensidad de su dominancia, lo cual concuerda con resultados de otros autores y con los obtenidos en otras partes de este mismo trabajo, en el que se plantea un nivel de competencia más constante de los animales jóvenes. En el caso de conductas de inspección, la correlación si resultó significativa, lo que indica que los animales de alto rango realizan mayor número de estas conductas. Esto muestra un cuadro un poco diferente en cuanto al comportamiento de las vaquillas respecto de las vacas. Si bien las vaquillas más agresivas realizan mayor número de conductas de inspección, no sucede lo mismo con las conductas de sexo y de jerarquía.

4.5.7.- REPETIBILIDAD EN LOS RANGOS JERÁRQUICOS Y LA CONDUCTA:

El análisis de rangos de Friedman efectuado para el rango ordinal de jerarquía (cuadro 24) indica que tanto las vacas como las vaquillas muestran una tendencia estadísticamente significativa ($p < 0.01$) a conservar su rango dentro de la escala jerárquica en su respectivo grupo. En la prueba de Kendall efectuada con los mismos rangos, las vaquillas muestran que la magnitud de esta tendencia es del doble que en las vacas (0.86 vs 0.43) y el Coeficiente de Correlación de Spearman (0.84 vs 0.41) ilustra que la similaridad en el rango ocupado por cada individuo en cada experimento es de más del doble para las vaquillas.

Cuadro 24.- Resultados de las pruebas de rangos de Friedman, coeficiente de Kendall y coeficiente de Spearman para el rango ordinal de jerarquía en vacas y vaquillas.

	Friedman (Q)	Kendall (W)	Spearman (ρ)
Vacas	**	0.43	0.31
Vaquillas	**	0.86	0.84

** estadísticamente significativo ($p < 0.01$).

Para el intervalo tratamiento - comienzo del estro, duración del celo y duración de su fase receptiva se efectuaron los mismos análisis anteriores. En el caso de la prueba de rangos de Friedman, se usó el tratamiento para empates por las causas discutidas en materiales y métodos. Los resultados no significativos (cuadro 25) para las vacas indican que no conservaron su rango para el lapso tratamiento - estro, es decir que el animal que respondió primero al tratamiento en un experimento pudo responder en cualquier otra posición en los experimentos siguientes. El mismo resultado de no significancia se encontró para las vaquillas. Respecto a la duración del estro y la duración de la fase receptiva puede verse en el mismo cuadro que las vacas tendieron a conservar su lugar en el rango ($p < 0.05$), esto es, que individualmente presentaron estros y períodos receptivos largos o bien cortos durante los seis experimentos. En las vaquillas la no significancia de la prueba indica que cada una pudo presentar indistintamente celos largos o cortos en cada experimento.

Cuadro 25.- Resultados de las pruebas de rangos de Friedman con ajuste para empates, coeficiente de Kendall y coeficiente de Spearman para el lapso tratamiento - comienzo de estro, duración del estro y duración de la fase receptiva, en vacas y vaquillas.

	Friedman	Kendall	Spearman
Vacas	(Q)	(W)	(p)
Lapso tratamiento - comienzo de estro	N.S.	0.21	0.06
Duración del estro	*	0.33	0.19
Duración fase rec.	*	0.31	0.17
Vaquillas			
Lapso tratamiento - comienzo de estro	N.S.	0.15	-0.01
Duración del estro	N.S.	0.11	-0.06
Duración fase rec	N.S.	0.11	-0.05

* estadísticamente significativo ($p < 0.05$).; N.S., no significativo.

La prueba de rangos de Friedman con ajuste para empates (cuadro 26) fue significativa, en las vacas, para las conductas de sexo ($p < 0.05$), de inspección ($p < 0.01$), de jerarquía ($p < 0.01$) y para el número de montas recibidas por hora de celo receptivo ($p < 0.01$), lo cual implica que existe la tendencia significativa de cada animal a mantener la intensidad de su comportamiento en estros sucesivos.

Cuadro 26.- Resultados de las pruebas de rangos de Friedman con ajuste para empates, coeficiente de Kendall y coeficiente de Spearman para actividades de sexo, inspección, jerarquía y número de montas recibidas por hora en estro receptivo en vacas y vaquillas.

	Friedman (Q)	Kendall (W)	Spearman (ρ)
Vacas			
Activ. sexo	*	0.33	0.19
Activ inspección	**	0.36	0.23
Activ jerarquía	**	0.47	0.37
No. montas recibidas	**	0.37	0.24
Vaquillas			
Activ sexo	N.S.	0.13	-0.04
Activ inspección	N.S.	0.15	-0.02
Activ jerarquía	N.S.	0.15	-0.01
No. montas recibidas	N.S.	0.14	-0.03

** estadísticamente significativo ($p < 0.01$); * estadísticamente significativo ($p < 0.05$); N.S., no significativo.

La prueba de rangos de Friedman realizada con las mismas conductas en las vaquillas, (cuadro 26) resultaron no significativas en los cuatro casos, lo que indica que cada individuo ocupó rangos en los experimentos sucesivos de manera aproximadamente aleatoria. Así, un individuo puede ocupar un lugar alto en el rango de actividad de un estro en relación a la actividad de sus compañeras y ocupar cualquier otro lugar en el estro siguiente, también en relación a la intensidad del comportamiento de sus compañeras.

El coeficiente de concordancia de Kendall encontrado para los mismos datos (cuadro 26) revela la intensidad de la tendencia a conservar un lugar dentro del rango. En las vacas dicho coeficiente para las conductas de sexo, inspección, jerarquía y número de montas por hora en celo receptivo, muestran valores de 0.33, 0.36, 0.47 y 0.37 respectivamente y en las vaquillas fueron de 0.13, 0.15, 0.15 y 0.14 respectivamente, indicando una tendencia de aproximadamente el doble en las vacas a mantener su nivel de comportamiento estral.

El coeficiente correlación de rangos de Spearman obtenido para las mismas conductas en las vacas es de 0.19, 0.23, 0.37 y 0.24 y en las vaquillas de -0.04, -0.02, -0.01 y 0.03. Este coeficiente indica que el promedio de todas las correlaciones posibles entre experimentos, en los rangos de comportamiento de las vaquillas, es nulo.

5.- DISCUSIÓN:

El estudio del comportamiento animal y su interpretación resulta muy complejo debido a la variedad de factores que lo componen. Estos factores pueden agruparse en heredados o propios de la especie y en adquiridos mediante el aprendizaje (Hafez 1975). Si bien la interacción entre el sistema nervioso autónomo y los mecanismos endocrinos regulan la expresión de algunas características de la conducta que están codificadas en los genes, estas se ven modificadas por el medio ambiente. El resultado mejora las posibilidades para medrar con éxito en ese medio, pero dificulta la labor de investigación sobre el comportamiento, pues tiende a diversificar las manifestaciones conductuales, según sea el acervo genético de la especie y la experiencia derivada de su medio ambiente (Hafez 1975).

Entre las conductas esenciales para la supervivencia están las reproductivas, y especialmente importante entre ellas el comportamiento estral, pues implica un cambio en las relaciones cotidianas entre individuos, aumenta la proximidad física entre ellos y lleva a comportamientos específicos que pueden desarmonizar con aquellos planteados por la estructura social, lo que obliga a ciertas "trasgresiones" no vistas en ninguna otra situación. Esto toma especial importancia si el ambiente en el cual viven los animales ha sido modificado en relación al ambiente natural en el que evolucionaron y se adecuaron las manifestaciones estrales. Este es el caso de grupos homosexuales y separados por edad, tal como se explotan los bovinos en la actualidad (Orihuela 1985).

En estas condiciones se desarrollaron las conductas bajo estudio. En el caso de la eficiencia de sincronización en los seis experimentos, se tomaron en cuenta

solamente los animales que tenían cuerpo lúteo y se encontró un promedio de 70% para las vacas y un 73% para las vaquillas. Estos valores son similares al encontrado por Orihuela (1985) del 75% con vacas Indobrasil en grupos homosexuales y de más del 75% en bovinos Europeos. (Hafez, 1975; Johnson, 1978). Sin embargo, otros autores encontraron valores más bajos, como Orihuela (1985) que obtuvo el 59% y el 57% de vacas en calor con la presencia de un toro y Lira et. al. (1975) y Kazumassa et. al. (1979) quienes encontraron el 45% y el 47.5% respectivamente en vacas Cebú. En el presente trabajo fue evidente que la aplicación repetida de cinco dosis a intervalos de once días no mejoró la respuesta estral, pues no se encontró diferencia significativa en la eficiencia de sincronización entre experimentos.

Es de mencionar aquellas hembras que fueron inyectadas cuando tenían un cuerpo lúteo funcional y a pesar de ello no presentaron conductas típicas de estro. Esto sucedió en el 28% de los casos (98 aplicaciones de $\text{PGF}_{2\alpha}$ a animales con cuerpo lúteo, de los cuales 70 presentaron estro y 28 no lo hicieron) en los seis experimentos, y son de notarse las vacas A y B, que lo repitieron en tres experimentos consecutivos, las vacas 4, 10 y 12 en dos experimentos y la vaca 2 en un experimento. En las vaquillas, la número 15 lo repitió en tres experimentos consecutivos, la 14 y la 17 en dos y las vaquillas 16, 19 y 21 en un experimento. Estos resultados concuerdan con los hallazgos de otros autores en los cuales vacas que poseían cuerpo lúteo al momento de la aplicación de $\text{PGF}_{2\alpha}$, no respondieron con conductas estrales detectables (Plasse et. al. 1970), incluso en presencia de un toro (Orihuela 1985). Williamson (1972) menciona que los calores u ovulaciones silenciosas se presentaron en el 21% de vacas lecheras. En estudios hechos a programas de fertilidad basados en determinación de progesterona en leche, se encontraron de 5 a 50% de animales que pese a

estar ciclando, no presentaron signos detectables de estro (Foote et. al. 1980). En algunos de los trabajos al respecto se admite la posibilidad de manifestaciones estrales de poca duración o de baja intensidad, que pudieron haber sido diagnosticadas como no estro (Vaca, 1982) o escapado a los períodos de observación. Sin embargo, en el presente trabajo los animales fueron observados continuamente entre la hora 40 y 100 post-tratamiento y se registraron todas las conductas realizadas durante este lapso, encontrándose conductas estrales de baja intensidad en varios animales que fueron considerados como no en estro. Esta falta de manifestaciones estrales en animales que están ciclando puede explicar en parte los largos intervalos entre parto y primer servicio o entre calores consecutivos y el incremento de los días abiertos que se presenta en algunos hatos (Zarco, 1990). Por otra parte el hecho de que algunas hembras no hayan manifestado estro en varias ocasiones a pesar de tener cuerpo lúteo funcional al momento de recibir el tratamiento, sugiere que existen hembras propensas a no manifestar estro, lo que permite plantear la posible necesidad de selección en contra de dicha característica.

El número de horas que tardaron las hembras en entrar en calor posteriores al tratamiento, fue respuesta principalmente al número de experimento. Blaschke et. al. (1984) registraron que antes de la hora 96 post-tratamiento en un grupo homosexual, tratado con $\text{PGF}_{2\alpha}$ habían sido vistos la totalidad de los estros. Solamente en el primer experimento se detectaron animales que manifestaron conductas estrales después de finalizado el período de observación, pero que los mismos habían comenzado sus calores antes del límite de tiempo.

Johnson (1978) y Field et. al. (1979) mencionan que luego de una segunda inyección de $\text{PGF}_{2\alpha}$ once días después de la primera, las hembras responden

significativamente antes y de manera más compacta (91.6 ± 10 vs 72 ± 6.1 h.). Este caso se presentó claramente en las vacas del presente trabajo cuya respuesta en el segundo y tercer experimentos fue significativamente más rápida que en el primero. Sin embargo no existió diferencia entre el primero, cuarto, quinto y sexto experimentos. En las vaquillas, las manifestaciones de estro en el tercer experimento comenzaron significativamente antes que en los otros cinco, mostrando que el acortamiento del intervalo tratamiento-comienzo del estro, en este caso, fue efectivo hasta la tercera aplicación de $\text{PGF}_{2\alpha}$.

El estro comenzó con más frecuencia durante el día, en vacas y vaquillas (66% y 63%), que durante la noche (34% y 37%) pero esta diferencia no fue significativa. Se ha encontrado que las vacas lecheras tienden a presentar mayor actividad estral durante la noche, lo que depende principalmente de la temperatura (Pennington et. al., 1986), especialmente en climas moderados ($17.8 - 24.4$ °C.). En el caso de estros sincronizados la respuesta tiende a presentarse a horas diferentes de acuerdo a la hora de aplicación del agente sincronizador. Así Walton et. al.(1987) plantean que aplicando la $\text{PGF}_{2\alpha}$ en la mañana se presentan un mayor número de conductas durante el día, lo cual hace más fácil su detección. En el presente trabajo, se aplicó la $\text{PGF}_{2\alpha}$ entre las 9:00 y las 11:00 h. en los seis experimentos, lo que explica la mayor frecuencia de calores diurnos. El número de conductas efectuadas en el día y en la noche fueron estadísticamente iguales en vacas y vaquillas a pesar de que hubo la tendencia (no significativa) a comenzar el estro durante el día.

La duración del estro fue diferente entre individuos ($p < 0.01$), lo cual está respaldado por numerosos autores como Baker (1967); Rysanek y Alba (1974); Islas (1978) y Thomas (1979) y Orihuela (1985), quienes encontraron oscilaciones

en la duración del estro entre 4 y 22 horas. Esslemont et. al. (1976) trabajando con vacas Holstein encontró celos de 14.9 ± 4.7 h.. La duración del estro se basaría sobre las características individuales posiblemente determinadas genéticamente, más que sobre su edad. La tendencia de las vaquillas a presentar estro más largo en promedio (aunque no diferente $p < 0.05$) probablemente se deba a la diferencia en el aprendizaje acumulado por las vacas, así como a una diferente clase de interacción social entre las vaquillas.

La duración de la fase receptiva, al igual que la duración del estro, muestra diferencias entre grupos y entre individuos. Es curioso el caso de las vaquillas entre las cuales no existió diferencia en cuanto a la duración del estro pero sí en la duración de la fase receptiva.

El número de conductas sexuales fue diferente entre experimentos, lo cual se debe probablemente al distinto número de animales que se presentaron en calor simultáneamente. King, (1990) menciona que cuando se encuentran tres animales en calor concomitante, el número de conductas es mayor que cuando se encuentran dos y esta a su vez es mayor que cuando se encuentra uno solamente. Esta es una ventaja indudable de la sincronización de calores pues hace más evidentes las conductas de los animales involucrados. Se encontró también diferencia en el promedio de conductas sexuales entre vacas y vaquillas, correspondiendo a estas últimas un número significativamente mayor ($p < 0.05$). Dentro del grupo de vacas hubo diferencia entre individuos ($p < 0.01$), misma que se mantiene en los seis experimentos, es decir que los animales más activos tendieron a manifestarse así en los estros sucesivos, lo mismo que los animales pasivos. En el grupo de vaquillas la intensidad de las manifestaciones fue mayor y desarrolladas más uniformemente, pues no se encontraron diferencias

significativas. Esto podría explicarse debido a los componentes genéticos del comportamiento que se manifiestan más uniformemente en las vaquillas mientras en las vacas, pudieron verse modificados a causa de un proceso de aprendizaje más largo (Reinhardt, 1973).

Las demás conductas, agrupadas en competencia e inspección se manifestaron de forma similar a las sexuales, lo que permite plantear diferencias en el comportamiento general de estro entre vacas y vaquillas. Estas pueden resumirse en que las primeras manifiestan su calor con menor intensidad, pero tienden a presentar diferencias más marcadas entre individuos. Las segundas en cambio, se muestran más activas en todos los tipos de conducta y estas se efectúan de manera más uniforme por todos los individuos (Reinhardt y Reinhardt, 1975).

El comienzo de las actividades estrales generalmente sigue un desarrollo por etapas. Cuando una hembra se encuentra en el proestro comienza a buscar compañera, lo que la lleva a aproximarse a otras hembras y a iniciar las conductas de inspección. Esto desencadena respuestas agresivas por parte de los individuos dominantes de la jerarquía. Así, resulta un patrón de conducta en el que se presenta primero una etapa de acercamiento (proceptivo), (Beach, 1976) donde predominan las actividades de inspección y en el que se incrementan las peleas, para que finalmente aparezcan las conductas sexuales (receptivo). (Beach, 1976). Sin embargo en los seis experimentos se presentaron los tres tipos de actividad desde el comienzo del estro, aunque las de inspección y jerarquía son un poco más frecuentes al comienzo del mismo. Posteriormente a cada incremento en la frecuencia de un tipo de conducta, corresponde en forma aproximada, un incremento en los otros dos. Desde luego hay diferencias en el número de conductas, pero se mantiene el patrón de variación paralela. Las

causas de esto posiblemente se encuentren en el comienzo mas o menos simultáneo del estro en varias hembras, lo que les facilitaría encontrar a una compañera dispuesta a interactuar. No sería necesario entonces, un prolongado proceso de acercamiento de la hembra en estro en busca de pareja. El confinamiento en áreas reducidas (23 m² /animal), incrementa también la intensidad del comportamiento estral y de las conductas de competencia (Gwazdauskas et. al. 1983). La diferencia en los perfiles del comportamiento en el quinto y sexto experimentos puede deberse al hecho de que se hayan inyectado la mitad de los animales en cada uno, lo que produjo una variación en el comportamiento de aquellas que resultaron en estro concomitante, con respecto a los experimentos anteriores. Este cambio en las compañeras de estro, junto con un menor número de animales en calor simultáneamente, produjeron el cambio en el patrón de comportamiento general y la disminución en la intensidad de las manifestaciones estrales respectivamente.

Una de las posibilidades consideradas al planear la presente serie de experimentos fue la de encontrar alguna relación entre la posición jerárquica individual y el comportamiento estral. Por esta razón se tomó nota de las actividades que implican rango jerárquico durante las horas de observación continua y se realizaron pruebas de jerarquía estando los animales en diestro, y 72 horas después, cuando los animales que respondieron al tratamiento se encontraban en calor.

Los resultados de la prueba estro-diestro en vacas mostraron niveles de competencia bajos y se correlacionaron significativamente ($p < 0.05$) a pesar de que su coeficiente es bajo (0.28). Sin embargo, estas no resultaron correlacionadas con el índice de dominancia obtenido durante el estro, lo que

indica que las manifestaciones jerárquicas varían cuando los animales compiten por alimento durante un tiempo limitado (15 min.) y cuando están en calor y se consideran dentro del cálculo los datos obtenidos en un periodo prolongado (60 horas). (Reinhardt y Reinhardt, 1975) mencionan que los animales adultos ya definieron su propio nivel jerárquico dentro del grupo y es más fácil que lo cedan sin pelear en un momento determinado, como pueden ser los casos de las pruebas mencionadas o el momento del estro. Esto resulta en un cambio de nivel jerárquico más frecuente, cuando se comparan periodos cortos, pero a su vez una posición más estable dentro del rango, si se consideran periodos prolongados en los cuales los animales de mayor jerarquía pelean por ella cuando representa alguna ventaja a la cual están acostumbradas, como el acceso a los comederos a la hora habitual de alimentación o el acceso a la ordeña. La menor agresividad de la vacas se refleja en su mayor índice de dominancia promedio en los seis experimentos, comparado con el de las vaquillas (6.1 ± 4.5 vs 4.7 ± 3.5) respectivamente.

En las pruebas estro-diestro se encontró que las vaquillas realizaron 4 veces más conductas agresivas que las vacas, independientemente de su condición estral, diferencia que resultó significativa ($p < 0.01$) lo que concuerda con lo hallado por Reinhardt y Reinhardt (1975), en el sentido de que los bovinos jóvenes, son más agresivos que los adultos. La correlación entre el número de conductas realizadas en las dos pruebas con las conductas de competencia resultaron significativas en los tres casos, es decir que la prueba estro-diestro lo fue ($p < 0.01$), estro-calor ($p < 0.02$) y diestro-calor ($p < 0.01$), mostrando así un elevado nivel de competencia dentro del grupo de animales jóvenes, que se mantiene independientemente de su condición estral. Es decir que las manifestaciones que implican jerarquía mantienen un nivel más uniforme y de mayor intensidad, por que los animales

jóvenes están en una búsqueda constante del mejor nivel jerárquico posible (Reinhardt y Reinhardt, 1975) lo cual concuerda con la mayor agresividad de las hembras jóvenes registrados por otros autores como Beilharz y Mylrea (1963) y confirma otros resultados de este trabajo. Esto sugiere que se podrían manejar de manera diferente a los grupos de vaquillas de edad y peso uniformes, para disminuir su comportamiento agresivo y favorecer la manifestación del estro.

Con base en la información del presente trabajo se puede suponer que en las vaquillas es más importante su nivel dentro de la jerarquía para determinar el comportamiento estral y que este es más estable que en las vacas durante períodos cortos. Esto se puede explicar por que en los animales jóvenes una diferencia en edad de 6 meses o un año, implica una variación en peso y tamaño proporcionalmente mayor que en un animal adulto, lo que favorece a las más pesadas para defender con éxito su lugar dentro del escalafón. Si a esto adicionamos que se conoce que los jóvenes reaccionan con mayor intensidad ante los estímulos de su medio, (Beilharz y Mylrea, 1963) tendremos un cuadro de animales más agresivos, que se disputan más intensamente un lugar dentro de la jerarquía y cuyas diferencias físicas los posibilitan para mantener su posición de dominancia.

En las vacas, una diferencia similar en su edad no conlleva una gran diferencia en tamaño o en peso. En ellas su nivel jerárquico depende más de la combinación de edad y peso. Reinhardt y Reinhardt (1975), establecen que los animales adultos ganan posiciones dentro de la jerarquía a medida que aumentan de peso en un proceso de maduración prolongado. Así, las vacas jóvenes de menor peso, ocupan los escalafones inferiores lo mismo que las de avanzada edad que han perdido peso de manera progresiva, mientras que aquellas en plenitud ocupan los

escalafones superiores. Esta condición de dominancia la alcanzan las vacas lecheras a los nueve años aproximadamente.

En conjunto los datos anteriores implican que el comportamiento de vacas y vaquillas es diferente y se basa en distintos factores. En las vaquillas depende más sobre las características individuales que le permiten imponerse en un medio más competitivo en el cual su nivel jerárquico se encuentra en disputa más constantemente. En las vacas este nivel es más estable a pesar de que muestren variaciones circunstanciales más marcadas, y acompañadas de una disputa menos intensa. Esto se podría explicar en virtud de que los adultos reaccionan con menor intensidad además de que ya se han ubicado en un nivel jerárquico que pueden recuperar con mayor facilidad a pesar de las fluctuaciones ocasionales. De esta manera toma sentido la aparente paradoja de que en los animales en que se presenta una disputa más intensa por la posición dentro de la jerarquía, esta sea más estable en períodos cortos.

El comportamiento estral de las vaquillas depende entonces, más sobre su nivel jerárquico, que sobre sus características individuales, mientras que en las vacas sucede lo opuesto, lo cual debe tenerse en cuenta en los sistemas de manejo de hatos por lotes de edad y peso uniformes y al momento de observarlas para detectar el estro.

Ya se ha discutido, en este capítulo, que la diferencia entre la conducta de vacas y vaquillas no se limita solamente a una mayor agresividad de las últimas sino también a una mayor intensidad de las conductas estrales, y que existe una relación entre dominancia y conducta de celo. Al usar el índice de dominancia como covariable de las conductas de estro, se encontró que la covariación no fue

significativa en las vacas, lo que indicaría que la posición del individuo dentro del orden social no afecta de manera importante sus manifestaciones estrales, y que un cambio de lugar dentro del orden del grupo no afecta significativamente su comportamiento, entonces las vacas de conducta intensa seguirán manifestándola de igual forma, y lo correspondiente harán las que se manifiestan de forma poco intensa. Esta misma covariación fue significativa en las vaquillas, es decir que las variaciones en la posición jerárquica del individuo, fueron acompañadas con variaciones en la intensidad de sus manifestaciones estrales, lo que indica que el mayor grado de competencia dentro de un grupo de animales jóvenes afecta también su comportamiento de celo.

Otra diferencia en el comportamiento de vacas y vaquillas se manifiesta en la manera en que se asocian para interactuar durante el estro. En las vacas se distinguen dos tipos de asociaciones afiliativas. Una la forman vacas que tienden a formar parejas y grupos que se repiten en estros sucesivos y en los que son frecuentes los conglomerados numerosos de 4, 5 o 6 animales. Generalmente participan los mismos individuos, aun si el grupo se fracciona en el estro siguiente, las parejas iniciales tienden a conservarse. El otro tipo de asociación lo presentan las vacas que no forman conglomerados numerosos (2 o 3 individuos) y que tienden a cambiar con mayor frecuencia de compañera en los estros siguientes. Es interesante que las hembras que entraron en calor más veces fueron las más uniformes en la intensidad del mismo y fueron las que tendieron a conservar la compañera de los estros anteriores, formando los grupos más grandes, mientras que las hembras con tendencia a formar conglomerados pequeños, presentaron mayor variación en la intensidad del estro, cambiaron con mayor frecuencia de compañera y presentaron mayor número de estros silenciosos.

En las asociaciones de competencia se presentaron mayor número de peleas entre las vacas que formaron parte del mismo grupo, pero cambiando el grado de proximidad. Un ejemplo de esto se presentó en el primer experimento (gráfica 33) en los que interactuaron no afiliativamente y de manera cercana las vacas 2 y 6, con la vaca 3 formando parte de otro subgrupo. En la asociación de competencia, (gráfica 39) la vaca 6 pelea más cerradamente con la vaca 3 y la vaca 2 está a mayor distancia de estas. Es notorio también que las compañeras de competencia son menos estables, es decir que es menos frecuente que las mismas vacas se enfrenten consistentemente en estros sucesivos a pesar de estar afiliadas en los mismos estros. Las vacas del segundo tipo o sea las que forman grupos pequeños, pocas veces se enfrentan en grupos de competencia.

En las vaquillas la situación es diferente. En general se afilian formando conglomerados más numerosos, pero en pocas ocasiones interactúan de manera cercana los mismos individuos. En las asociaciones de conductas agresivas se forman parejas o grupos entre las mismas rivales de manera más consistente que en las vacas. Es decir que la selectividad de las vacas es más consistente para sostener relaciones de colaboración durante su estro, mientras las vaquillas lo son para sostener relaciones de competencia.

Con respecto a la repetibilidad del comportamiento durante estros sucesivos y su relación con el rango jerárquico, se encontró que las vacas y las vaquillas mostraron una tendencia significativa ($p < 0.01$) para mantener su posición dentro del rango ordinal de jerarquía, lo que está de acuerdo con Orihuela (1985) y Reinhardt y Reinhardt (1975). La estimación de la fuerza de esta tendencia indica que es de aproximadamente el doble en las vaquillas que en las vacas

(coeficiente de concordancia de Kendall de 0.86 vs 0.43 respectivamente), produciendo una escala jerárquica más estable en las primeras durante el período de este trabajo. Esto se contrapone a lo planteado por Reinhardt y Reinhardt (1975) quienes sostienen que la posición jerárquica en las vacas es más estable que en las vaquillas. Esto podría explicarse por las circunstancias en las que fueron observados los animales en ambos casos. Mientras los mencionados autores estiman el rango grupal durante períodos prolongados de observación en los que ocasionalmente se presentaron hembras en estro, en el presente trabajo se observaron los animales por períodos relativamente cortos (60 horas en cada experimento) en los cuales siempre hubo varias hembras en calor simultáneamente. Esta última circunstancia incrementa las conductas de competencia (Hurnik et. al. 1975), especialmente en animales jóvenes, de por sí más agresivos. En estas condiciones resultaron favorecidos algunos individuos, que pudieron ser los de mayor alzada, los más pesados o agresivos o la combinación de estos factores, para mantener su posición jerárquica durante un lapso corto lo que resultó en un rango ordinal de jerarquía más estable.

En las vacas se presentó mayor variación en el rango ocupado por cada animal en cada experimento, indicando que, durante períodos cortos en los que la competencia es más intensa, las vacas tienden, en mayor proporción, a ceder su lugar en favor de otras más agresivas bajo esas circunstancias.

La relación existente entre el rango jerárquico ocupado por cada animal y la intensidad de sus manifestaciones estrales también resultó diferente entre vacas y vaquillas. En las vacas fue significativa la prueba de Friedman para el número de conductas ranqueadas de sexo, ($p < 0.05$), de inspección ($p < 0.01$) de jerarquía ($p < 0.01$) y para el número de montas recibidas por hora de celo

receptivo ($p < 0.01$), indicando que cada animal tendió a conservar la intensidad de cada tipo de conducta, como lo ilustra el coeficiente de concordancia de Kendall de 0.33, 0.36, 0.47 y 0.37 respectivamente y los coeficientes de correlación de rangos de Spearman cuyos promedios fueron de 0.19, 0.23, 0.37 y 0.24 respectivamente.

En las vaquillas la prueba de rangos de Friedman aplicada a las mismas conductas no fue significativo en ninguno de los casos, los coeficientes de concordancia de Kendall fueron de 0.13, 0.15, 0.15 y 0.14 respectivamente y los coeficientes de correlación de rangos de Spearman tuvieron promedios de -0.04, -0.02, -0.01 y -0.03 respectivamente.

Las conclusiones que se pueden obtener de las estimaciones anteriores es que las vacas tienden a mantener un comportamiento similar entre un estro y el siguiente, sin que las variaciones en el rango jerárquico entre diferentes estros implique variaciones significativas en su conducta. Esto se confirma con el resultado, discutido anteriormente, de no significancia en la covariación rango ordinal de jerarquía - comportamiento estral. Las tendencias en el comportamiento de las vaquillas son diferentes. Mientras ellas compiten más intensamente y presentan menos variaciones en la escala jerárquica durante los periodos de celo, la intensidad de sus manifestaciones estrales cambia de manera significativa entre un estro y el siguiente y estas variaciones están relacionadas con los cambios, aunque menores, en el rango ordinal de jerarquía. Esto explica y se confirma con la covariación significativa entre el mencionado rango y su comportamiento de estro.

7.- LITERATURA CITADA

- Alexander, T. J.; Senger, P. L.; Roneberger, J. L. and Hagen, D. R.: The influence of the stage of the estrous cycle and novel cows upon mounting activity in dairy cattle. J. of Anim. Sci. 59: 6, 1430 - 1439 (1984).
- Alexander, G.; Signoret J. P. and Hafez, E. S. E.: Sexual and maternal behavior. In: Reproduction in Farm Animals. E.S.E Hafez. Ed. Lea Febiger. Philadelphia pp. 222 - 254 (1974).
- Appleyard, W. T. and Cook, B.: The detection of estrus in dairy cattle. Vet. Rec. 99: 253 - 258 (1976).
- Baker, A. A.: The pattern of oestrus behaviour in Sahiwal Shorthorn heifers in South Eastern Queensland. Aust. Vet. J. 13: 140 -143 (1967).
- Bane, A.: Studies on monozygous cattle twins. XV. sexual functions of bulls in relation to heredity, rearing intensity and somatic conditions. Acta Agric. Scand. 4: 95 99 (1954).
- Barr, H. L.: Influence on estrus detection on days open in dairy herds. J. Dairy Sci. 58: 246 - 247 (1975).
- Beach, F. A.: Sexual activity, proceptivity and receptivity in female mammals. Horm. Behav. 7: 105. (1976).

- Bearden, H. J. y Fuquay, J.: Reproducción animal aplicada. Ed. El Manual Moderno. México D.F. (1982).

- Beilharz, R. B. and Mylrea, P. J.: Social position and behaviour of dairy heifers in yards. Animal Behaviour 11: 522 - 528. (1963).

- Blaschke, C. F.; Thompson, J.; Homes, D. L. and Godke, R. A.: Olfaction, sight and auditory perception of mature bulls in detecting estrual responses in beef heifers. X International Cong. on Anim. Reprod. and Artif. Insem. Urbana, Illinois, 1: 284. (1984).

- Bozworth, R. W.; Ward, G.; Call, E. P. and Bonewitz, E.R.: Analysis of factors affecting calving intervals in dairy cows. J. Dairy Sci. 55: 334 - 338 (1972).

- Boyd, R. I. and Silk, J. B.: A method for assigning cardinal dominance ranks. An. Behaviour 31: 45 - 58 (1983).

- Britt, J. H.; Scott, R. G.; Armstrong, J. D. and Whitacre, M. D.: Determinants of estrous behavior in lactating Holstein cows. J. Dairy Sci. 69: (8), 2195 - 2202 (1986).

- Brown, L. N.; Odde, K. G.; King, M. E.; LeFever, D. G. and Neubauer, C, J.: Comparison of melengestrol acetate - prostaglandin F₂α to syncro-mat B for estrus synchronization in beef heifers. Theriogenology 30: 1 - 8 (1988).

- Cecim, M. da S. and Hausler, C. L.: Social preferences affect mounting activity in dairy heifers. J. Anim. Sci. 66: 231 - 238 (1988).

- Chenoweth, P. J.: Considerations on behavioral aspects of the natural breeding bull. Proc. of Fall Conf. Soc. for Theriogenology 1: 109 - 118 (1976).
- Chicoteau, P.; Mamboue; E.; Cloe, C. and Bassinga; A.: Oestrus behaviour of Baoule cows (*Bos taurus*) in Burkina Faso. An. Reproduction Sci. 21: 153 - 159 (1989).
- Craig, J. V.: Domestic Animal Behaviour: Causes and implications for animal care and management. Prentice Hall Inc. N. Jersey 260 - 278 (1981).
- Diamond, M.: Vaginal stimulation and progesterone in relation to pregnancy and parturition. Biol. Reprod. 6: 281 - 287 (1972).
- Dukes, H. H. and Swenson, M. J.: Fisiología de los Animales Domésticos. Ed. Aguilar. Barcelona (1978).
- Eibl-Eibesfeldt, I.: Etología. Introducción al estudio comparado del comportamiento. Ed. Omega. pp. 19 - 28 (1974).
- Esslemont, R. J.: Oestrus behaviour in dairy cows. Vet. Rec. 93: 252 (1973).
- Esslemont, R. J.: Economic and husbandry aspects of manifestation and detection of oestrus in cows. (Part I economic aspects) A.D.A.S. Q. Rev. 12: 175 - 184 (1974 a).

- Esslemont, R. J.: Economic and husbandry aspects of manifestation and detection of oestrus in cows. (Part III The detection of oestrus) A.D.A.S. Q. Rev. 15: 83 - 95 (1974 b).

- Esslemont, R. J. and Bryant, M. J.: Oestrus behaviour in a herd of dairy cows. Vet. Record 99: 24, 472 - 475 (1976).

- Field, M. J.; Warnik, A. C. and Hardin, D. R.: Artificial insemination of beef cattle at a predetermined time following synchronization with cloprostenol. Florida beef cattle research report. 17: 20. (1979).

- Foote, R. H.; Smith, R. D.; Oltenacu, F. A. B.; Braun R. K. and Reimers I. J.: Milk progesterone assays as part of a reproductive management program for dairy cattle. 9th. Int. Congr. Anim. Reprod. and Art. Insem.. Madrid. (1980).

- Galina, C. S. and Arthur, G. H: Review on cattle reproduction in the tropics. Animal Breeding Abstracts 8: 58, 697 - 707 (1990).

- Galina, C. S.; Calderón, A. and Mc Closkey, M.: Detection of signs of estrus in the Charolais cow an its Brahman cross under continuous observation. Theriogenology 5: 17 (1982).

- García, E.: Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köeppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 1973.

- Ghett de V. J.; Hierarchical cluster analysis. In: Quantitative Ethology, P. W. Colgan, John Wiley and sons, New York N. Y. 115 - 144. (1978).

- Gyawu, P.; Ducker, M. J.; Saunders, R. W.; Wilson, G. D. A. and Pope, G. S.: Fertility of dairy cows inseminated at predetermined times after treatment with cloprostenol, oestradiol 17 β and progesterone or progesterone and cloprostenol. 9th. International Congress on Animal Reproduction and Artificial Insemination. 16th. - 20th. June III Symposia (free communications) 130, Abstract. Madrid Spain Ed. Garsi. (1980).

- Gwazdauskas, F. C.; Lineweaver, J. A. and McGilliard, M. L.: Environmental and management factors affecting estrous activity in dairy cattle. J. Dairy Sci. 66: 7, 1510 - 1514 (1983).

- Hafez, E. S. E.: The Behaviour of domestic animals. Ed. Baillière Tindall. London (1975).

- Holy, L.: Bases Biológicas de la Reproducción Bovina. Ed. Diana. México D.F. 263 - 264 (1983).

- Houpt, K. A. and Wolski, T. R.: Sexual Behaviour. In: Domestic Animal Behaviour for Veterinarians and Animal Scientists. The Iowa State University Press. 96 - 144 (1982).

- Hultnas, C. A.: Studies on variations in mating behavior and semen picture in young bulls of the Swedish Red and White breed and causes of the variations. Acta Agric. Scand. (Suppl.) 6: 82 (b) (1959).

- Hurnik, J. F. and King, G. J.: Estrus behavior in confined beef cows. J. Animal Sci. 65: (2), 431 - 438. (1987).

- Hurnik, J. F.; King, G. J. and Robertson, H. A.: Estrus and related behaviour in postpartum Holstein cows. Appl. Animal Ethol. 2: 55 - 68 (1975).

- Inskeep, E. K.; Dailey, R. A.; Peters, J. B.; Lewis P. E. and Welch, J. A.: Estadiol Benzoate improves synchronization of oestrus in cattle with Prostaglandin F_{2α} 9th. International Congress on Animal Reproduction and Artificial Insemination. 16th. - 20th. June III Symposia (free communications) 138, Abstract. Madrid Spain Ed. Garsi. (1980).

- Instituto Nacional de Inseminación Artificial y Reproducción Animal.: Boletín informativo de la Secretaria de Recursos Hidráulicos. México D.F. (1977).

- Islas, C. R.: Duración y signos de estro en observación diurna. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. (1978).

- Itamar, M. and Schindler, H.: Length of oestrous and mounting activity of postpartum dairy cows. VIIIth. International Congress on Animal Reproduction and Artificial Insemination, Krakow, July 12 - 16, 1976. Proceedings. Vol. I. Communication Abstracts. (1979).

- Johnson, C. T.: Time to onset of oestrus after the injection of heifers with Cloprostenol Vet. Record 103: 204 - 206 (1978).

- Kasumassa, T. J.; Moreira, J. M. y Wagner, P. K.: Controle do ciclo estral con prostaglandinas: efeito de prostaglandina F_{2α}(Lutalyse) e seu analogo sintetico - cloprostrenol (ciosin) sobre o ciclo estral e fertilidade de bovinos zebu (*Bos indicus*). Instituto Agronoma de Panama. (1979).
- Kazimi, S.E.: Observations on behavioural changes during oestrus in Nili - Ravi Buffalo heifers. Pakistan Veterinary Journal, 3, (2): 88 - 95 (1983).
- Kida, K.; Miyake, M.; Ono, H.; Sato, K.: Oestrus behaviour and plasma levels of sex steroids in cows and heifers. An. Breeding Abstracts 053-02041 (1985).
- Kiddy, C. A.: Variation in physical activity as an indication of estrus in dairy cows. J. Dairy Sci. 60: 235 (1970).
- King, G. J.: Sexual behaviour in cattle. Studies on the reproductive efficiency of cattle using radioimmunoassay techniques. Proceedings of the final research coordination meeting, 5 - 9 September 1988. Vienna 1990, 59 - 71. International Atomic Energy Agency; Vienna, Austria, (1990).
- Lauderdale, J. W.: Estrus detection and synchronization of dairy cattle in large herds. J. Dairy Sci. 57: 348 - 354 (1974).
- Leach, Ch: Fundamentos de Estadística, Enfoque no Paramétrico para Ciencias Sociales. Ed. Limusa. México D.F. (1982).

- Lira, M.: Rodewald, T. G. and Spahrs, S. L.: Relation of estrus to temperatures of ear canal, rectum and milk in dairy cattle. J. Dairy Sci. 58: 770. (1975).

- Macmillan, K. L. and Watson, J. D.: Factors influencing A.B., conception rates, V.I., intensity of oestrus behaviour and errors in diagnosis of oestrus. New Zealand Journal of Experimental Agriculture 4: 1, 21-25 (1976).

- McDonald, L. E.: Reproducción y Endocrinología Veterinarias. Nueva Editorial Interamericana 2a. Ed.. México D. F. (1981).

- Merk.: Manual de veterinaria, segunda edición. Merk & Co. Inc.. U.S.A. (1981).

- Olson, H. H. and Peterson, W. E.: Uniformity of semen production and behavior in monozygous triplet bulls. J. Dairy Sci. 34: 489 (1951).

- Orihuela, A.; Galina, C. and Duchateau, A.: Behavioral patterns of zebu bulls toward cows previously synchronized with prostaglandin F₂ α . App. An. Behav. Sci. 21: (3), 267 - 273 (1988).

- Orihuela, T. A.: La conducta estral en la vaca Indobrasil. Tesis de Doctorado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. (1985).

- Orihuela, T. A.: La conducta estral del ganado Cebú. Tesis de Maestría., Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F. (1982).

- Pelissier, C. L.: Herd breeding problems and their consequences J. Dairy Sci. 55: 385 - 391 (1972).

- Pennington, J. A.; Albright, J. L. and Callahan, C. J.: Relationships of sexual activities in estrous cows to different frequencies of observation and podometer measurements. J. of Dairy Sci. 69: 11, 2925 - 2934 (1986).

- Pennington, J. A.; Albright, J. L.; Diekman, M. A. and Callahan, C. J.: Sexual activity of Holstein cows: seasonal effects. J. Dairy Sci. 68: 11, 3023 - 3030 (1985)

- Petit, M. and Deletang, F.: Control of oestrus in dairy cows with prostaglandins, progesterone or the combination of both. 9th. international congress on animal reproduction and artificial insemination. 16th. - 20th June 1980 Madrid Spain Ed. Garsj. (1980).

- Phillips, C. J. C.; Schofield, S. A.: The effect of environment and stage of the oestrus cycle on the behaviour of dairy cows. App. An. Behaviour Sci. 27: 21 - 31 (1990).

- Plasse, D.; Warnik, A. C. and Koger, M.: Reproductive behaviour of Bos indicus females in a subtropical environment. IV. Length of estrous cycle, duration of estrous, time of ovulation, fertilization and embryo survival in grade Brahman heifers. J. Anim. Sci 30: 63 (1970).

- Pollock, W. E. and Humik, J. F.: Effect of two confinement systems on estrous and diestrous behavior in dairy cows. Canadian J. of Animal Sci. 59: (4), 799 - 803 (1979).

- Reinhardt V. and Reinhardt A.: Dynamics of social hierarchy in a dairy herd. Z. Tierpsychol. 38: 315 - 323. (1975).
- Reinhardt, V.: Social rank and milking order in cows Z. Tierpsychol. 32: 281 - 292, (1973).
- Rysanek, M. y Alba, G. L.: Observaciones de la actividad sexual de las novillas cebú durante el período de aciclia funcional invernal y los signos más característicos del ciclo estral después de ese período. Ciencia Animal 1: 3, (1974).
- Sekisawa, F.; Sato, K.; Miyasawa, K. and Miyake, M.: Relationship between oestrus behaviour and steroid hormones in dairy cattle. Japanese Journal of Animal Reproduction. 28: 76 - 80 (1982).
- Shioya, Y.; Okano, A.; Obata, T.; Fukuhara, R.: Detecting cows in heat, and behaviour of oestrus cows on pasture and in loose barn. Bulletin of the Chugoku National Experiment Station 24: 1 - 11 (1979).
- Silva, A. W. M. V.-de; Anderson, G. W.; Gwazdauskas, F. C.; McGuilliar, M.L. and Lineweaver, J.A.: Interrelationships with oestrous behaviour and conception in dairy cattle. J. Dairy Sci. 64: 12, 2409 - 2418 (1981).
- Speicher, J. A., Meadows, C. E.: Milk production and costs associated with length of calving interval of Holsteins cows. J. Dairy Sci. 50: 975 (Abstract 1967).

- Steel, R. G. D. and Torrie, J. H.: Bioestadística: Principios y Procedimientos Ed. McGraw-Hill Latinoamericana. Bogotá, Colombia. (1985).

- Thomas, O.: Control de estro en ganado cebú en el trópico utilizando prostaglandina sintética (ICI 80996). Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. (1979).

- Trantirek, J.; Veris, J. and Navratil, J.: Ethological manifestations of cows during oestrus, and the effect of social structure of a group. Animal Breeding Abstracts 055-04044 (1987).

- Vaca, A. L. A.: Algunas características del ciclo estral en vacas Indobrasil. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. (1982).

- Vailes, L. D. and Britt, J. H.: Influence of footing surface on mounting and other sexual behaviours of estrual Holstein cows. J. Animal Sci. 68: 8, 2333 - 2338 (1990).

- 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. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. (1983).

- Vujosevic, J.; Kusmanov, D.; Vucko, M. and Dragojlovic, M.: Fertility of dairy heifers after synchronization of heat by analogue of Prostaglandin F_{2α} with or without GnRH (Lutal). 9th. International Congress on Animal Reproduction and Artificial Insemination. 16th. - 20th. June III Symposia (free communications) 142, Abstract. Madrid Spain Ed. Garsi. (1980).

- Walton, J. S.; Veenhuisen, L. P. and King, G. J.: Relationships between time of day, estrous behaviour, and the preovulatory luteinizing hormone surge in Holstein cows after treatment with Cloprostenol. J. Dairy Sci. 70: 1652 - 1663, (1987).

- Williamson, N. B.; Morris, R. S., Blood, D. C. and Cannon, C. M.: A study of oestrus behavior and oestrus detection methods in a large commercial dairy herd. (1.- The relative efficiency of methods of detection). Vet. Rec. 91: 50 - 58 (1972).

- Zarco, Q. L.: Factores que afectan los resultados de la inseminación artificial en el bovino lechero. Vet. Mex. XXI: 3, 235 - 239 (1990).