

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



RESPUESTA REPRODUCTIVA Y DE
SINCRONIZACION DE VAQUILLAS HOLSTEIN
A DOS NIVELES DE PROGESTERONA
MAS ESTROGENO EXOGENAS

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

JOSE LEONEL ARRIETA DOMINGUEZ

MARIN, N. L.

FEBRERO DE 1984.

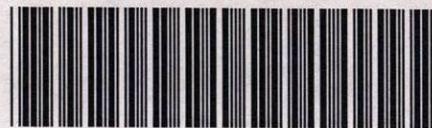
TL

SF199

.H75

A77

c.1



1080060869

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



RESPUESTA REPRODUCTIVA Y DE SINCRONIZACION DE VAQUILLAS
HOLSTEIN A DOS NIVELES DE PROGESTERONA
MAS ESTROGENO EXOGENAS.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA
PRESENTA

JOSE LEONEL ARRIETA DOMINGUEZ

MARIN, N. L.

FEBRERO DE 1984

6133

T
SF 199
H 75
A 77



Biblioteca Central
Magna Solidaridad

F. Tesis



UANL
FONDO

TESIS LICENCIATURA

040.636
FA 2
1984
C. 7

RESPUESTA REPRODUCTIVA Y DE SINCRONIZACION DE VAQUILLAS
HOLSTEIN A DOS NIVELES DE PROGESTERONA
MAS ESTROGENO EXOGENAS.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA
PRESENTA

JOSE LEONEL ARRIETA DOMINGUEZ

COMISION REVISORA

ING. M.C. JUAN FCO. VILLARREAL A.

ASESORES:

M.V.Z. M.C. JAVIER COLIN NEGRETE

MARIN, N. L.

FEBRERO DE 1984

A mi Esposa

Ing. Ma. Guadalupe Rodríguez de Arrieta

Por todo su amor.

A mis Padres:

Ing. Juan M. Arrieta León

Sra. Graciela Domínguez de Arrieta

Por todo el cariño con el que me

han orientado en la vida.

A mi Sobrino

Juan M. Arrieta Cantá

A mis Tíos

Lic. Miguel A. Arrieta León

Sra. Ma. del Carmen Briseño de A.

A mis Asesores

Ing. M.C. Juan Francisco Villarreal A.

M.V.Z. M.C. Javier Colín Negrete

*Por haberme brindado su amistad y por
su apoyo y dirección en este trabajo.*

A mis Hermanos

Juan M. Arrieta Domínguez

Graciela Arrieta Domínguez

A mis Amigos

Sr. Gregorio Ramírez Torres

Ing. Abelardo Bazán Zaldívar

Ing. Gilberto Castillo Pérez

Lic. Ma. de la Luz González López

Por su colaboración en este trabajo.

I N D I C E

	<i>Página</i>
1.- INTRODUCCION	1
2.- LITERATURA REVISADA	4
2.1.- Progestágenos	4
2.1.1.- Bases	4
2.1.2.- Antecedentes	5
2.1.2.1.- Inyección	6
2.1.2.2.- Vía oral	17
2.1.2.3.- Vía vaginal	23
2.1.2.4.- Implante	25
2.2.- Prostaglandinas	30
2.2.1.- Bases	30
2.2.2.- Antecedentes	31
2.3.- Otros sincronizadores	38
2.3.1.- Estrógenos	38
2.3.1.1.- Estrógenos naturales.	38
2.3.1.2.- Estrógenos sintéticos.	40
2.3.2.- Gonadotropinas	41
2.3.2.1.- Gonadotropina corióni ca.....	42
2.3.2.2.- Suero de yegua preña- da.....	43

	<i>Página</i>
2.3.3.- <i>Hormona liberadora de gonadotropina</i>	44
2.3.4.- <i>Oxitocina y atropina</i>	45
3.- <i>MATERIALES Y METODOS</i>	47
4.- <i>RESULTADOS</i>	50
4.1.- <i>Efecto del tratamiento sobre el inicio del estro</i>	50
4.2.- <i>Efecto del tratamiento sobre el porcentaje de concepción</i>	54
5.- <i>DISCUSION</i>	56
6.- <i>CONCLUSIONES</i>	61
7.- <i>RESUMEN</i>	63
8.- <i>BIBLIOGRAFIA CITADA</i>	65

INDICE DE TABLAS

Tabla		Página
I	<i>Distribución de la presentación del estro en los animales tratados que se sincronizaron en los 21 días siguientes a la inyección de progesterona</i>	51
II	<i>Intervalos promedio al primer celo y - - efectividad de la sincronización en las vaquillas tratadas</i>	53
III	<i>Animales gestantes a través del estudio de sincronización del estro con <u>progeste</u>rona</i>	55

1. INTRODUCCION

El empleo de la inseminación artificial ha proporcionado al ganadero un sinnúmero de ventajas: permite la detección de problemas de fertilidad en las hembras, reduce el riesgo de transmisión de enfermedades y es una forma -- más rápida y eficiente de obtener animales con mayor capacidad genética de producción.

Aún así existe un inconveniente para su uso, principalmente en explotaciones de bovinos mantenidos en pastoreo: la dificultad de reunir a los animales, por lo menos -- dos veces al día durante 21 a 25 días para su servicio de inseminación artificial, según se detecte el celo. La mejor respuesta a esta desventaja y que además nos reporta -- otros beneficios es la sincronización del celo.

La sincronización del celo tiene como objeto fundamental lograr que todas o la gran mayoría de las hembras presenten un celo fértil en un tiempo predecible y agrupadas en un máximo de 96 horas, aunque el ideal sería tener una sincronización tal que fuera factible inseminar a todos -- los animales sin tener que hacer detección de calores. (31)

La sincronización tiene grandes ventajas, las cuales

son:

- Se logra tener partos homogéneos.
- Sirve para bajar el costo de mano de obra de la inseminación artificial.
- Llevar a cabo el nacimiento cuando esté mejor el precio en el mercado.
- Se reduce el intervalo entre partos.
- Esperar los nacimientos cuando exista mayor producción de forraje.
- Se logra reducir la variación en las edades en los nacimientos. (3)

Los compuestos para la sincronización del celo deben controlar el estro y la ovulación cuando sean administrados a diferentes etapas del ciclo estrual, sin perjudicar la fertilidad; deben permitir un ambiente uterino normal para el feto y no deben interferir en el potencial reproductivo futuro.

Para tener éxito comercial cualquier método de control de la ovulación debe ser seguro (para el que maneja la droga, para el animal y para el consumidor de los productos del animal), simple de administrar y debe provocar una respuesta exitosa en términos de ovulación y fertilidad.

De los compuestos utilizados hasta la fecha para la sincronización del estro destacan los siguientes: Progestágenos, Prostaglandinas, Estrógenos, Gonadotropinas, Hormona Liberadora de Gonadotropina (G.N.R.H.), Atropina y Oxitocina.

Los objetivos del presente trabajo son:

- Comparación de dos niveles de progesterona para la sincronización estroal en bovinos.
- Evaluar la eficiencia de la sincronización.
- Evaluar la eficiencia de la fertilidad de los celos sincronizados.

De esta forma se determinará el nivel de progesterona más aplicable, práctica y económicamente, en ganado lechero bajo las condiciones prevaletientes de la región.

2.- LITERATURA REVISADA

2.1. Progestágenos.

2.1.1. Bases.-

El cuerpo lúteo se desarrolla en el folículo ovárico roto y segrega una hormona: la progesterona. Esta es necesaria durante la nidación del óvulo fecundado para inhi-bir la motilidad uterina normal y permitir la fijación del embrión.

La progesterona reprime la producción de las hormonas FSH y LH por el lóbulo anterior de la hipófisis. Es utilizada para corregir el fallo de la nidación del óvulo administrándola después de la ovulación y la monta y también - ha demostrado ser un buen compuesto para la sincronización del estro. La inyección diaria de progesterona reprime el celo y la ovulación durante el tratamiento; pero el estro aparece muy pronto después de finalizar el tratamiento. Indudablemente la progesterona ejerce actividad anties-trual por reprimir la producción de gonadotropinas, en especial de la LH, por el lóbulo anterior de la hipófisis (Meyer Jones, 36).

En algunos animales de tipo cíclico como la vaca, pue

de actuar como reguladora de la duración del diestro por virtud de que tan pronto como el cuerpo amarillo deja de secretar progesterona, se produce liberación brusca de FSH que da origen al desarrollo de los folículos y al proestro. La progesterona en dosis bajas estimula la ovulación en la vaca, probablemente en forma indirecta por su efecto en la liberación de LH (Mc. Donald, 22).

En teoría el modo de acción de los progestágenos es inhibir el complejo gonadotrópico a través de la interacción de la hormona luteinizante y de la hormona folículo-estimulante. La función ovárica es alterada entonces para provocar la suspensión del ciclo estrual (Allen y Hackel, 1936; Ulberg et al 1951; Emmens, 1959; O'Brien, 1966: citados por 25; Trimberger y Hansel, 32; Nellor y Cole, 24).

2.1.2. Antecedentes.-

Christian y Casida en 1948 fueron los primeros en publicar un trabajo sobre el control de la presentación del celo, usando inyecciones de progesterona.

Se han desarrollado posteriormente experimentos variando las dosis aplicadas o el método y también se han incorporado otras hormonas al tratamiento, para mejorar la

eficacia de la sincronización, de la fertilidad o de ambos. Las vías de administración utilizadas hasta la fecha son: inyección, vía oral, vía vaginal e implantes subcutáneos.

2.1.2.1. Inyección.- Las inyecciones diarias de progesterona en aceite han mostrado, por Dutt y Casida (1948); Ulberg et al (1951 a) y Christian y Casida (1948), citados por (33), que inhiben el estro y la ovulación en la oveja, la cerda y la vaca respectivamente. El estro ocurrió en la vaca, 5 a 6 días después de cesadas las inyecciones diarias de 50mg de progesterona.

Willet en 1950 (citado por 33), estudió 22 ciclos en vaquillas lecheras en las que inyectó diariamente 50 a 100 mg de progesterona. Las inyecciones fueron iniciadas el 14o. o el 15o. día del ciclo y continuaron por 13 a 17 días. El estro ocurrió, en promedio, 5 días después del fin de las inyecciones y el rango fue de 4 a 7 días.

También se ha determinado por Ulberg, Christian y Casida (33) que el intervalo de tiempo entre el fin de las inyecciones de progesterona al inicio del calor, disminuyó conforme el nivel de dosificación disminuía también. Los mismos autores demostraron que 50 mg diarios son capaces de inhibir el calor y la ovulación si se inician antes de

que ocurra el calor. Las dosis diarias de 25 ó de 12.5 mg, previnieron usualmente el calor y la ovulación, pero se desarrollaron folículos de un promedio de 20 a 33 mm durante el tratamiento. El porcentaje de concepción en vaquillas lecheras inseminadas en un estro controlado con progesterona según Willet en 1951 (citado por 24) fue del 50%.

Loy et al (21) postuló que los mecanismos por los cuales los desequilibrios hormonales ováricos dañan al cuerpo láteo, involucran una alteración gonadotrópica pituitárica. De esta forma se demuestra que ciertas dosis de progesterona previenen el calor y la ovulación y no interfieren con el desarrollo folicular (Dutt y Casida, 1948; O'Mary et al, 1950; Ulberg et al, 1951 a y 1951 b: citados por 24).

Hansel y Trimberger en 1952 (citados por 32), demostraron que pequeñas cantidades de progesterona (10 a 15 mg) dadas al inicio del estro, aceleraron la ovulación en vaquillas. También Trimberger y Hansel (32), controlaron exitosamente el intervalo de un estro a otro con inyecciones diarias de progesterona (50, 75 y 100 mg). Las vacas entraron en estro en un promedio de 4.6 días después de cesado el tratamiento. Después del estro, el cuerpo láteo fue normal para las 30 vacas usadas en el experimento durante el período de control; pero durante el período experi

mental 15 tuvieron condiciones ováricas anormales que involucraron desarrollo lúteo. Durante el período experimental solo 14 vacas tuvieron una duración de ciclo normal, 4 tuvieron estro silencioso y 7 un disturbio marcado en la duración del estro, 6 en el tiempo de ovulación. Al 1er. servicio solo 12.5% de las vacas tratadas concibieron. El 2o. estro tuvo un ciclo normal y un rango de concepción -- también normal (65.2) indicando que la baja fertilidad -- post-tratamiento fue temporal.

Ulberg en 1955 (citado por 29), reportó que las inyecciones de progesterona diarias parecen ser efectivas para suprimir el calor en ovejas, ganado bovino y porcinos, sin embargo las dosis diarias representan algunas desventajas que limitan su completa utilidad principalmente en ganado de carne. También reportó que los efectos detrimentales de la progesterona en ganado parecen desaparecer en el 2o. estro post-tratamiento. El bajo rango de concepción observado en este trabajo pudo deberse, en parte, a la reducción de la actividad secretora de las glándulas endometriales si se asume que la fertilización después del tratamiento de progesterona es normal.

Nellor y Cole (24) postularon que el efecto de la -- progesterona no es de naturaleza estimuladora puesto que

a niveles de dosificación adecuados el crecimiento folicular ocurrió solamente después de que el efecto inhibitorio final terminó; una condición similar a la degradación del cuerpo lúteo en un ciclo normal. Sus estudios involucraron 179 vaquillas y determinaron que una inyección sencilla de 540 a 1120 mg. de progesterona cristalina, fue capaz de inhibir el estro y la ovulación en todas las vaquillas tratadas, independientemente de la fase del ciclo estrual. El estro ocurrió 15 a 19 días después de la inyección en 89% de las vaquillas que recibieron de 540 a 560 mg y de 15 a 23 días post-inyección en las vaquillas que recibieron de 700 a 1120 mg. El 95% ovuló después de este estro. Cuando la inyección de 560 mg. de progesterona fue seguida 15 días después por una inyección única de gonadotropina equina, el 90% entró en calor 16 a 19 días post-progesterona (1 a 4 días post-gonadotropina). Todos los animales de este tratamiento ovularon pero el porcentaje de concepción fue muy bajo (17%).

Aparte de los datos sobre concepción y días tratamiento-estro, se han investigado otros factores en la aplicación de hormonas para la inducción del celo. Nellor y Cole en 1957 (citados por 29) reportaron que las medidas de los folículos fueron casi 2 veces más grandes en vaquillas testigo que en vaquillas que recibieron una inyección única de progesterona de 1120 mg.

Dunker et al en 1958 y Ulberg en 1955 (citados por 34) reforzaron la teoría de que la progesterona inhibe el estro en la vaca durante el período de tratamiento. Al cesar éste, el estro ocurre durante un intervalo de tiempo relativamente corto pero el rango de preñez a este estro es disminuído.

Se ha reportado que en los primeros 20 días hubo un 80% de animales en estro (Dziuk et al, 1958; citados por 34) cuando se les aplicaron 25 a 60 mg. de progesterona diariamente a 60 vacas lecheras.

Ulberg (34) efectuó 10 pruebas que involucraron 458 ciclos estruales durante 4 años y determinó que el estro y la ovulación pueden ser inhibidos por inyecciones diarias de tan poco como 12.5 mg. de progesterona. El estro ocurrió 2.9 a 9.5 días post-tratamiento en el 86% de los animales tratados. La administración de 14 inyecciones de progesterona tuvo un efecto detrimental sobre el porcentaje de preñez al estro inducido. A mayor dosificación fue más detrimental. Una inyección de benzoato de estradiol 3 días después de la última inyección de progesterona inició el estro y causó ovulación sin reducir el porcentaje de preñez. Ningún tratamiento afectó la productividad de las vacas, medida por el peso al destete de sus becerros, así

como la duración de la gestación, peso al nacimiento ó el porcentaje del sexo de las crías nacidas de las inseminaciones durante el estro post-tratamiento. Se sugirió que el estrógeno usado facilita la liberación de LH para causar ovulación en ganado de carne.

Loy, Zimbelman y Casida (21) determinaron que un miligramo por libra (0.453 kg) de peso corporal en una inyección única de progesterona en el día 10. del ciclo, causó diferencias significativas en el peso del cuerpo lúteo, --proporción de células funcionales lúteas y concentración --de progesterona entre los animales en tratamiento y el ---cuerpo lúteo testigo, en el día 14. El mismo tratamiento hormonal pero en el día 5 causó iguales diferencias excep--to en el peso del cuerpo lúteo.

También se ha reportado por Foote et al (1960 a, citado por 10) que una inyección sencilla de progesterona prolongó significativamente los intervalos parto-primer estro y parto-primer ovulación en ganado de carne. Otros trabajos han determinado que el tratamiento con progesterona o estrógeno ó ambos aplicados después del parto, puede disminuir el tiempo del parto al primer estro (Ulberg y Lindey - (34) y Foote et al 1960 b, citados por 9). El trabajo de Foote et al (1960 b; citado por 9) indica que una inyec -

ción única de progesterona 14 días post-parto no tuvo influencia sobre la involución uterina, pero tendió a retardar el estro y la ovulación en vacas de carne. Se encontraron resultados similares cuando se aplicó además una inyección de estrógeno (Foote et al, 1960 b; citados por 9).

Ray, Emmerson y Melampy (29) utilizaron 27 vaquillas de 14 a 24-meses de edad y les aplicaron una inyección única de 0.76 mg. de progesterona por libra (0.453 kg.) de peso corporal. Nueve animales eran inyectados en cada estado del ciclo estrual siguiente: 0 días (calor); 8 y 16 días post-estro. El estro se observó en los animales tratados 12 a 19 días después de la inyección. El diámetro promedio del cuerpo lúteo fue significativamente más grande en los animales testigo, indicando que la progesterona exógena interfiere con la formación y/o mantenimiento del cuerpo lúteo.

Además de la progesterona, existen algunos de sus derivados que se han aplicado con éxito para la inducción del estro. En 1962, Fosgate, Cameron y Mc.Leod (10) reportaron el efecto de 22 inyecciones de 100 mg de 17 alfa-hidroxiprogesterona-n-caproato (Delalutin) en días alternados iniciando el día del parto, en 39 vacas Holstein y Jer

sey. Los intervalos promedio desde el parto a la involu-
ción uterina, fueron de 42.0 y 27.5 días ($P < .01$); al pri-
mer estro de 70.0 y 47.9 días ($P < .01$); y a la primera ovu-
lación 62.3 y 40.7 días ($P < .01$) para los grupos tratado y
testigo respectivamente. Las vacas tratadas presentaron -
su primer estro en un promedio de 28 días después del fi-
nal del tratamiento de Delalutin. Los rangos de concepción
no fueron afectados por el tratamiento siendo de 70.6% y -
69.6% para tratadas y testigos respectivamente.

Otro producto también derivado de la progesterona y -
que se administra en inyección es el 6-dehidro-6cloro-17-
alfa-acetoxiprogesteronona (CAP). Wagner et al (1963; cita-
do por 28), trataron a 112 novillas Angus con dosis de 1 a
25 mg. de CAP diarias durante 18 días. Todas excepto la -
dosis de 1 mg. fueron eficaces al producir del 90 a 100 %
de sincronización dentro de 4 días; las dosis más altas --
tuvieron más tiempo entre el fin del tratamiento y la apa-
rición del estro. Además encontraron que una dosis de 5 a
10 mg. de CAP más 10 mg. de estrógeno, ó 10 mg. de CAP más
20 mg de estrógeno dieron como resultado una concepción a
la primera cubrición del 42 al 50% y del 75 al 100% en la
segunda.

De 1960 en adelante, aumentó el interés de los inves-

tigadores por usar la combinación de progesterona más estrógeno para tratar de obtener una fertilidad normal al primer estro post-tratamiento.

Se ha reportado que la aplicación de progesterona más estrógeno provoca un sinergismo entre estas hormonas causando estro en vacas lecheras ovariectomizadas (Melampy et al, 1957 citados por 34). El estrógeno puede ser usado para eliminar la mayoría de la variación en el inicio del estro en vacas tratadas con progesterona debido a la dosis, prueba, clase reproductiva y posiblemente peso corporal y condiciones, sin una reducción posterior en el rango de preñez (34).

Foote y Hunter (9) dividieron 80 vacas Hereford pluríparas en 4 grupos al azar y obtuvieron los siguientes resultados: el tratamiento con progesterona sola (50mg) parece no tener influencias sobre los rangos de concepción, mientras que las vacas que se les dió progesterona y estrógeno (10mg) tuvieron menor fertilidad al primer estro. Los porcentajes de concepción al 1er. servicio fueron 60% para testigo, 60% para progesterona y 20% para progesterona más estrógeno. Estos resultados son opuestos a los de la mayoría de los autores citados.

Otro trabajo que también involucró estrógeno fue el de Saiduddin, Quevedo y Foote en 1968 (31), quienes utilizaron igual dosis de progesterona (50 mg) y de estradiol 17-beta (10 mg) y determinaron que el estradiol solo o en combinación con progesterona provocó una actividad ovárica post-parto más temprana que las vacas testigo ó que las -- tratadas con progesterona sola. Entre más pronto se aplique después del parto, más pronto causará ovulación. La concepción ocurrió más prontamente en las vacas a las que se les aplicaron ambas hormonas. Las inyecciones de progesterona y estrógeno tendieron a disminuir la variación de los intervalos al estro, ovulación y concepción y no -- afectaron significativamente el intervalo a la involución uterina.

Algunos investigadores han tratado de utilizar a la progesterona para forzar el inicio de la actividad sexual (pubertad). Arije en 1969 (citado por 14) reportó que las inyecciones diarias de 20 mg. de progesterona más 40 mg. de estradiol 17-beta por 16 días indujeron al celo, desarrollo folicular, ovulación y actividad cíclica en 4 a 7 vaquillas de carne prepúberes.

Aparte de los trabajos realizados con progesterona -- más estrógeno, se han hecho otras investigaciones que invo

lucran más de una hormona para inducir el celo. Gabilondo de la Torre en 1980 (11) utilizó 90 vacas en anestro (que no habían presentado calor en 21 días) y se les aplicó 50 mg de progesterona repitiendo la dosis a las 24 horas. A las 72 horas de iniciado el tratamiento, se administraron 1,000 U.I. de gonadotropina coriónica (HCG) en forma intramuscular a cada vaca. En los primeros 21 días los porcentajes de presentación de calores fueron de 67.0% y 27.0% para tratamiento y testigo respectivamente ($P < 0.05$). Los porcentajes de gestación durante el primer período de estudio fueron de 20% para los 2 grupos quedando preñadas durante 45 días de estudio 73 y 57% para los grupos tratamiento y testigo respectivamente. No hubo diferencias significativas en estos valores. Los porcentajes de fertilidad al 1er. servicio fueron de 26.0% para tratamientos y 50.0% para el testigo sin que se encontraran diferencias significativas.

También se ha probado la sincronización del estro mediante la combinación de progesterona más oxitocina. Hansel, Malnen y Black (16) lograron que 26 de 27 vaquillas estuvieran en estro durante un período de 8 días. Estos animales habían sido inyectados con oxitocina o con oxitocina más progesterona (130 USP de oxitocina y 50 mg. de progesterona diarias) 50% de las 26 vaquillas concibieron al 1er. servicio.

2.1.2.2. Vía Oral.- Dinusson et al en 1950 (citado por 25) postuló que la administración oral de progestágenos puede suprimir el estro y mejorar la eficiencia alimenticia en vaquillas de engorda. Esto fue confirmado posteriormente por O'Brien y Baumgardner, 1967 y por O'Brien, 1967 (citados por 25).

Puede esperarse la inhibición del estro y la ovulación por dosis de MAP (6 alfa metil - 17 alfa acetoxiprogesterona) de 0.4 a 0.8 mg. por libra (0.453 kg) de peso corporal (Collins et al, 1961; Hansel, 1961; Hansel et al, 1961; Nellor et al, 1960; Nelms y Combs, 1961; Zimbelman, 1961; todos citados por 36). Las dosis de 0.2 mg por libra (0.453 kg.) reportaron estar asociadas con la ovulación durante el tratamiento, aún cuando el estro fuera inhibido (Hansel, 1961; Nellor et al, 1960: citados por 36).

A los 34 días post-servicio quedaron preñadas 13 de 22 vaquillas lecheras, (59%) que habían sido tratadas con 0.5 mg. por libra (0.453 kg.) diariamente (Collins et al, 1961; citados por 36). Las vacas de carne alimentadas 2 veces al día, tuvieron rangos de concepción del 60 al 67% después del tratamiento con 0.8 mg. por libra (0.453 kg) diarios y 220 mg. por cabeza diarios respectivamente (Nelms y

Combs, 1961; citados por 36). Se reportó un rango de concepción del 40% en vaquillas de carne servidas sin importar el estro (Nelms y Combs, 1961, citados por 36).

En otra prueba en la que también se proporcionó MAP - mezclado en harina de frijol de soya a 32 vacas Hereford - por 20 días, se observó que ninguna entró en estro durante la alimentación. 16 animales entraron en estro y se inseminaron de 3 a 4 días post-tratamiento; 13 vacas ovularon sin mostrar estro. Todas se inseminaron y 25% concibieron al 1er. servicio (16).

La dosis mínima de MAP para la inhibición de la ovulación en 74 vaquillas lecheras fue de arriba de 135 mg. diarios individualmente en 2 alimentos, desde el 15o. día del ciclo. Las dosis menores fueron inefectivas. Las dosis - de 150, 180, 210 y 400 mg diarios inhibieron el estro y la ovulación. 90 de 96 vaquillas para carne (94%) alimentadas en grupo con dosis de 120 a 180 mg. tuvieron inhibición y sincronización de la ovulación. 93% de las vaquillas (de carne y lecheras) estuvieron en estro al 2o., 3o. o 4o. día después del último alimento. El rango de concepción promedio de todos los animales servidos del 1o. al 7o. día después del último alimento fue de 51%. No se notó ningún efecto aparente de el tratamiento con MAP sobre

la duración promedio de gestación o sobre el peso al nacimiento de las crías (Zimbelman, 36).

Otro compuesto progestágeno oral utilizado en la sincronización es el Dihydroxy-progesterone acetophenide - - (DHPA). Wiltbank y Kasson (35) han sincronizado exitosamente el estro mediante la alimentación de 400 mg. de - - DHPA diarios por 9 días y la inyección de 5 mg. de valerato de estradiol en el 20. día de la alimentación. El estro se sincronizó en el 95% de las 66 vaquillas tratadas y el 54% de estas concibieron al estro sincronizado, mientras que el 52% de las 33 vaquillas control concibieron al 1er. servicio. La cantidad necesaria para el control del estro fue reducida de 400 a 75 mg. por cabeza por día cuando el DHPA fue disuelto en aceite de ajonjolí antes de mezclarlo con el alimento. 74 y 77% de los animales tratados con -- 400 y 75 mg. respectivamente, estuvieron en estro en un periodo de 3 días mientras que el 72% de los animales testigo presentaron calor en un período de 21 días. El rango - de concepción fue de 62 y 59% para tratados y 83% para testigos al 1er. servicio.

En otra prueba usando solamente DHPA se reportó que - el 56% de los animales a los que se les proporcionó por 20 días, concibieron al 1er. servicio (Wiltbank et al, 1967: citados por 2).

Otro progestágeno ampliamente utilizado en forma oral es el acetato de melengesterol. O'Brien (1967 b, citado por 25) utilizó 24 vaquillas por un período de 132 días. El estro ocurrió en solo 2 animales cuando se suplementó a un nivel diario de 0.4 mg. Zimbelman y Smith (1966 a: citados por 25) confirmaron que el tratamiento con acetato de melengesterol (MGA) inhibe el estro pero no la ovulación.

El MGA también promueve el crecimiento y mejora la utilización alimenticia. O'Brien, Bloss y Nicks (25), encontraron que la suplementación con MGA a 0.3 mg. por cabeza por día en el alimento durante 140 días controló el estro ganando significativamente ($P < .01$) más rápido (21%) y haciendo 11% más eficiente el uso de su alimento, que las vaquillas que recibieron el mismo alimento sin MGA. Ocurrieron 7 casos de estro de los 32 animales tratados. Un estro ocurrió durante el 20. día post-suspensión de MGA. Los animales tratados con MGA tuvieron ovarios más pesados pero el número total de folículos de Graaf no fue significativamente mayor que el de los testigos.

La dosis mínima de MGA para asegurar la suspensión completa del estro parece ser 0.4 mg por día (Young et al, 1967: citados por 28). Los resultados de O'Brien y Arndt

(1968: citados por 28) demuestran que aunque el suministro de este producto a 0.4 mg. por día condujo a una buena sin cronización, la mejor fertilidad se obtuvo en el apareamiento al 2o. ó 3er. estro post-suspensión del producto.

El MGA se utilizó a una dosis mayor (1 mg.) por Chakraborty, Kliever e Hisaw (4). Ellos alimentaron diariamente con 1 mg. a vaquillas durante 14 días consecutivos independientemente del ciclo estrual, inhibiendo los estros durante el tratamiento y sincronizándolos después de la suspensión. La concepción al primer estro se disminuyó ($P < .05$) por el tratamiento. No se observaron diferencias significativas en la concepción entre una simple y una double inseminación. Los servicios por concepción para los animales tratados fueron mayores ($P < .05$) que para los tes tigos (2.64 contra 1.54). El tratamiento no provocó diferencias ($P > .05$) sobre ganancias de peso, duración de la gestación o peso de las crías al nacimiento, ni sobre la duración de la lactancia, producción de leche y producción de grasa de la leche durante la lactancia siguiente al tra tamiento.

También, como en el caso de la inyección, se ha trata do de introducir otras hormonas además del tratamiento de progesterona. Brown, Peterson y Foote (2) estudiaron la

alimentación con un progestágeno oral más la inyección de un estrógeno en 5 intervalos distintos durante el anestro post-parto, en 97 vacas de carne pluríparas. Los tratamientos consistieron en alimentación con progesterona, progesterona más estrógeno y progesterona más gonadotropina. Los tratamientos iniciaron en los intervalos post-parto de 5 a 10; de 10 a 15; de 20 a 25; de 30 a 35 y de 40 a 45 -- días.

En la mayoría de los casos la alimentación con progesterona más un estrógeno tuvo un mayor efecto que los otros tratamientos para reducir la duración del intervalo al 1er. estro, 1a. ovulación y concepción especialmente en los intervalos más tempranos. Las inyecciones de gonadotropina después del tratamiento de progestágenos no disminuyeron el intervalo del parto al estro, ovulación y concepción. La sincronización del estro fue mayor en animales tratados con un estrógeno seguido del tratamiento con progestágeno y en animales tratados a la mitad del anestro post-parto (20 a 25 días). Los porcentajes de concepción al 1er. servicio fueron mayores en los animales tratados con progestágeno y una inyección de estrógeno en el día 2. En promedio los animales tratados un porciento de concepción más alto al primer servicio en el intervalo -- post-parto de 30 a 35 días.

2.1.2.3. Vía Vaginal (PRID).- El dispositivo intravaginal liberador de progesterona (PRID), es una espiral de acero inoxidable cubierta con plástico e impregnada con -- progesterona. La inserción dentro de la vagina es precedida por la administración de 5 mg. de benzoato de estradiol y 50 mg. de progesterona; y la remoción del dispositivo -- después de 12 días es seguida de un calor bien sincronizado con una buena fertilidad (Roche, 1974: citado por 6). El rango de retención de estos dispositivos también es reportado como excelente (Roche, 1976 b: citado por 6). El tratamiento con este dispositivo puede ser seguido de inseminación a tiempo previsto después de retirado, sin referencia de calor.

En otra investigación Roche (30), mostró que el tratamiento con PRID durante 12 días más 5 mg. de benzoato de -- estradiol y 50 mg. de progesterona en vaquillas tratadas e inseminadas al estro, produjo un rango de preñez del 58%. En otra prueba utilizó vaquillas Hereford cruzadas inseminándolas a 48 horas post-tratamiento (tratamiento I), inseminándolas al estro (tratamiento II) ó recibiendo una dosis de hormona liberadora de gonadotropina (GNRH) 36 horas después e inseminándolas también a las 48 horas (tratamiento III), después de la remoción del dispositivo. No -- hubo diferencias en el rango de preñez entre los grupos --

testigo y tratamientos II y III. La fertilidad se redujo ($P < .05$) después de una inseminación única a las 48 horas post-tratamiento. En la última prueba utilizó 100 vaquillas Hereford cruzadas a las que les aplicó el PRID por 12 días y se inseminaron a 56, 74 ó 56 y 74 horas post-tratamiento. La fertilidad después de la inseminación a 74 horas se redujo ($P < .10$), mientras que no hubo diferencia entre testigo y los otros dos grupos. Un aspecto más prometedor de este dispositivo es que puede ayudar a iniciar la actividad ovárica en vacas no ciclantes (6).

Cumming (7), estudió el intervalo de tiempo entre la extracción del dispositivo y la ovulación, determinando - que existe una ovulación a las 80 horas de extraído el dispositivo cuando se utilizó únicamente PRID, y a las 45 horas cuando se aplicó además benzoato de estradiol. Se recomendó insertar el dispositivo entre el 15o. y 14o. día - del ciclo estrual (mitad de la fase lútea) ó utilizar benzoato de estradiol con el dispositivo.

Otro trabajo reportó que la aplicación del dispositivo conteniendo benzoato de estradiol 40 días post-parto en 20 vacas inseminadas a las 60 horas de extraído el espiral, obtuvo 50% de concepción contra 47% del grupo testigo (18).

Aparte de la utilización del dispositivo para sincronizar el estro, se han utilizado también esponjas de poliuretano impregnadas de acetato de fluorogestona o de sus derivados con o sin dimetil sulfoxido para acelerar la absorción a través de los epitelios [Elligtin et al, 1963: citados por 26).

También se han utilizado supositorios impregnados con 90 mg. de acetato de fluorogestona (Roy, 1968: citado por 28), suprimiendo totalmente el estro cuando se aplicaron durante 14 a 17 días. El estro fue sincronizado dentro de 83 horas después de haber sido retirados. La primera cubrición logró solamente 20% de concepciones pero al subsiguiente celo consiguió el 100%. Una inyección de 750 UI de PMS un día antes de ser retirado el supositorio, sincronizó el estro dentro de 27 horas pero la fertilidad fue solo del 36% y 54% a la primera y segunda cubriciones respectivamente.

2.1.2.4. Implante.- Se ha desarrollado otro método para la sincronización del estro, que consiste en el uso de un implante subcutáneo impregnado con la progestina SC - - 21009 (norgestomet). Este implante es insertado por 9 - - días precedido por la inyección de 5 mg. de valerato de estradiol y 3 mg. de norgestomet. La remoción del implante

9 días después es seguida de una respuesta de calor buena y una fertilidad aparentemente normal (Wishart, y Young, 1974: citados por 6). En este experimento el ganado se insemió después de la exhibición espontánea de calor ó sin ninguna referencia de calor a las 48 horas ó dos veces, a las 48 y a las 60 horas. La fertilidad obtenida fue normal (ó menor de la normal) después de 2 inseminaciones artificiales, pero es menor después de una sola (65.2% y 41.2% respectivamente, contra el 51.0% en vaquillas testigo).

González-Padilla, Ruiz y Lefever (14) utilizaron 45 - vaquillas para carne dividiéndolas en 3 grupos: I, control; II, aplicación de una inyección intramuscular única de 5 mg. de valerato de estradiol el día 1 más 3 mg. de 17 alfa-acetoxy-11-beta-methyl-19-norpreg-4 ene-3, 20 dione (norgestomet) y 6 mg. de norgestomet en un implante en la oreja durante 9 días; el grupo III recibió 5 mg. de valerato de estradiol intramuscular el día 6, inyecciones intramusculares diarias de 20 mg. de progesterona del día 6 al 10 y 2 mg. de estradiol 17 beta en el día 12. El estro se detectó durante 4 días post-remoción del implante en 0, 94 y 93% para los grupos I, II y III respectivamente. En la --prueba 2 del mismo experimento se les dió el mismo tratamiento del grupo II de la primer prueba a 83 vaquillas de carne que no habían mostrado calor durante 30 días y no te

nían cuerpo lúteo. Después de 4 días post-remoción 93% de estas vaquillas mostraron calor y 56% concibieron al estro de pubertad inducido. 71% de las vaquillas se preñaron después de 28 días. En la prueba 3 se dividieron 158 vaquillas prepúberes entre testigo y el mismo tratamiento del grupo II. Los porcentajes de calor fueron 6 y 79% para 0 a 4 días post-remoción; 28 y 84% de 0 a 25 días y 38 y 84% de 0 a 48 días para los grupos testigo y tratamiento respectivamente. Los porcentajes de preñez para testigo y tratamiento fueron: 4 y 43% después de 4 días; 11 y 58% -- después de 25 días; y 27 y 73% después de 48 días respectivamente.

En la prueba 4 se usaron 34 vaquillas Angus prepúberes y se asignaron 18 al mismo tratamiento del grupo II en la prueba 1. Se detectaron en estro 89% de las vaquillas tratadas durante 4 días después del fin del tratamiento -- mientras que el 25% de los testigos mostraron calor en 18 días. Se detectaron cuerpos lúteos (por palpación rectal) en 14 de las 16 vaquillas tratadas que mostraron calor.

En la última prueba (prueba 5) se intentó inducir un estro fértil post-parto con 26 vacas ciclantes y 32 vacas en -- anestro post-parto y se les aplicaron 6 mg. de valerato de estradiol más 3 mg. de norgestomet intramuscular y 1 ó 2 -- implantes de norgestomet cada uno con 6 mg. Los implantes

se removieron 9 días después. No hubo diferencia debida al número de implantes en cuanto a la ocurrencia del estro o rango de preñez. Se detectaron en calor 96 y 87% de las vacas ciclantes y en anestro respectivamente dentro de 5 -- días post-remoción. Al final de un período de servicios de 28 días los rangos de preñez fueron 85 y 94% del total de vacas ciclantes y en anestro respectivamente.

El departamento de reproducción animal del INIP (México) ha utilizado también el progestágeno SC 21009 (norgestomet) en implante con 6 mg. y se retira 9 días después. El día de la colocación se inyecta vía intramuscular, 5 mg. de valerato de estradiol y 3 mg. de norgestomet (En vacas se aplican 6 mg. de valerato de estradiol.). En 3 días quedaron gestantes el 43% de los animales tratados. Al final de 48 días de inseminación artificial se cargaron el 73% de los animales tratados y únicamente 27% de los testigos. González-Padilla (12).

Posteriormente se estudió la posibilidad de sincronizar doblemente el ganado, por lo que se usó el mismo tratamiento citado anteriormente más la aplicación de exclusivamente otro implante de norgestomet 19 días después de retirado el primero, dejándolo por 6 días. La fertilidad al primer servicio fue reducida significativamente por esta -

doble sincronización y en 6 días de inseminación artificial fue posible dejar gestante al 68% del hato comparado con 82% en 11 días de inseminación artificial en un lote sincronizado en forma convencional y 66% en 48 días de I.A. en un lote testigo. Se modificó el sistema de doble sincronización iniciando el 2o. tratamiento a los 18 días de retirado el primer implante. El porcentaje de preñez al primer servicio fue de 55% y en 7 días de I.A. quedaron gestantes el 75% del total del lote.

2.2. Prostaglandinas.

2.2.1. Bases.-

La prostaglandina F_2 alfa (PGF_2 alfa) y su análogo -- ICI-80996 debido a su efecto luteolítico (destructor del cuerpo lúteo), también han sido utilizadas desde los años setentas para la sincronización del estro en bovinos.

Las prostaglandinas son ácidos grasos con 20 carbonos insaturados cuya acción sobre el músculo liso y sobre la presión sanguínea, varía con su configuración estructural. La prostaglandina F_2 alfa, una prostaglandina primaria con 2 enlaces dobles (5-6 y 13-14) y 3 grupos hidroxilo (9, 11 y 15) se ha venido utilizando recientemente en el campo de la reproducción, debido al descubrimiento de que es un agente luteolítico (Inskeep, 17).

El poder controlar en forma exógena la regresión del cuerpo lúteo, señala la posibilidad de sincronizar la aparición del celo, ya que la vida de esa estructura determina la duración del ciclo estrual (13). En un principio se observó (Rowson, Tervit y Brand, 1972: citados por 12) que la PGF_2 alfa no sincronizaba a los animales que recibían el tratamiento durante los primeros 5 días después de haber presentado celo; esto es aquellos en los que todavía -

estaba en desarrollo el cuerpo lúteo. Resultados similares se han descrito por otros autores (Kings y Robertson, 1974: citados por 31; González-Padilla y Ruiz, 13).

2.2.2. Antecedentes.-

Una solución al problema que presentaban los animales tratados en el primer estadio del ciclo estrual era hacer dos aplicaciones de PGF con 10 a 12 días de diferencia, ya que así con la primera inyección todos los animales que ya tenían un cuerpo lúteo formado iniciarían un nuevo ciclo y al recibir la 2a. inyección tendrían un nuevo cuerpo lúteo bien desarrollado (8 a 11 días del ciclo estrual) en tanto que aquellos animales a quienes no afectó la primera inyección por no tener un cuerpo lúteo bien formado (primeros 5 días del ciclo estrual), al recibir la segunda inyección, ese cuerpo lúteo estaría completamente desarrollado (12 a 16 días del ciclo estrual). Esta hipótesis fue probada satisfactoriamente utilizando PGF₂ alfa (King y Robertson, 1974: citados por 12) y el análogo ICI 80,996 (Cooper, 1974, citado por 12).

La fertilidad subsecuente a la sincronización mediante PGF₂ alfa es aparentemente normal, en hembras tratadas que recibieron embriones procedentes de vacas normales - -

(Rowson, Tervit y Brand, 1972: citados por 13). Ellos concluyeron que la administración intrauterina de 0.5 mg. de PGF_2 alfa por dos días consecutivos causó regresión del cuerpo lúteo en las vacas tratadas entre los días 5 y 16 del ciclo estrual. La mayoría de las vacas entraron en calor en la mañana del 3er. día después del tratamiento.

En otro experimento (Liehr, Marion y Olson, 1972: citados por 20) se observó el estro en 5 vaquillas en un intervalo de 2.4 días después de la aplicación de 6 mg. de PGF_2 alfa dentro del cuerpo uterino ipsilateral al cuerpo lúteo, pero 6 infusiones intrauterinas consecutivas cada hora de 0.5 mg. no alteraron el ciclo estral.

En otro trabajo los intervalos de la aplicación intramuscular de PGF_2 alfa al inicio del estro, fueron de 74 ± 3 horas y a la ovulación de 104 ± 6 horas (Louis et al, -- 1973: citados por 20).

Una inyección única de PGF_2 alfa fue realizada dentro del cuerpo uterino ipsilateral al cuerpo lúteo en ganado de carne lactante. La inyección se realizó a través de la pared vaginal. La dosis de 1 mg. de PGF al cuerno adyacente al cuerpo lúteo, produjo el estro en 60 a 80 horas post-tratamiento en 17 de 28 vacas. El porcentaje de concepción

fue de 59% en estos animales (Welch, Inskcep, Cunningham, Heishman, Hackett, Ford y Hansel; observaciones no publicadas: citados por 17).

Hansel y Schechter (sin publicar: citados por 17) trataron a vaquillas lecheras con 2.5 mg. de PGF_2 alfa en 125 ml salinos aplicados dentro del cuerno uterino ipsilateral vía cánula a través del cérvix. No se obtuvo una reducción en la duración del ciclo en 4 animales tratados en los días 2, 3 ó 5, pero el estro ocurrió en 2 a 5 días en 4 de 5 animales tratados en los días 12, 13 ó 15 y en los 2 animales tratados en los días 18 ó 19. Se observó una disminución de la progesterona en cada uno de estos animales y el pico de LH coincidió a las 4 horas después del inicio del estro en aquellos animales que mostraron calor en el 2o. ó 3er. día después del tratamiento.

La administración de PGF_2 alfa a vacas después pero no antes de 5 días post-estro fue seguida también por una disminución de la progesterona en el suero (Lowuis, Hafs y Seguin, 1973: citados por 19), disminución del tamaño del cuerpo lúteo (Louis et al, 1973: citados por 19) y retorno al estro aproximadamente a los 3 días (Rowson, Ter-vit y Brand, 1972; Lauderdale, 1972; Louis et al, 1973; Inskcep, 1973: citados por 19).

Lauderdale, Seguin y Stellflug (19) inyectaron 30 mg. de PGF_2 alfa (tratamientos II y III) e inseminaron al estro (tratamiento II) ó dos veces, a las 72 horas y a las 90 horas (tratamiento III). Los porcentajes de preñez y el número de ganado inseminado fueron 53.3 y 122; 52.2 y 69; 55.8 y 86 para los tratamientos I, II y III respectivamente. No hubo diferencia significativa en cuanto a fertilidad entre los 3 tratamientos.

Se ha observado que 5 mg. de PGF_2 alfa aplicados en forma intrauterina tuvieron igual respuesta independiente del día del ciclo en que la PGF fue administrada, así como en qué cuerno fue depositada. Después del tratamiento disminuyó el diámetro del cuerpo láteo ($P < .01$); disminuyó la progesterona del cuerpo ($P < .01$); ocurrió una liberación de LH ($P < .01$); el estro inició a 72 ± 5 horas post-tratamiento, y la ovulación ocurrió a 95 ± 5 horas. No se detectó ninguna influencia residual sobre el ciclo estrual subsecuente al tratamiento.

El cloprostenol es una protaglandina sintética parecida estructuralmente a la PGF_2 alfa natural (Binder et al, 1974: citados por 4). Este es luteolítico en ganado a una dosis intramuscular sencilla de 500 mg. (Cooper y Furr, 1974: citados por 4) y controla el calor en grupos de ani-

males de ciclaje fortuito cuando se dan 2 inyecciones separadas once días (Cooper, 1974: citado por 6). Cuando el ganado fue dos veces inseminado a 72 y 96 horas después de la 2a. inyección de cloprostenol, el rango de preñez fue similar al de la inseminación controlada contemporánea o al servicio espontáneo de calores. Sin embargo una inseminación sencilla a las 72 horas ha reportado que produce más baja fertilidad de la normal (Cooper, 1975: citado por 6). Leaver et-al (1975; citados por 6) sugirieron que en las novillas lecheras, la fertilidad normal mínima puede resultar con una inseminación artificial única a las 72 horas. Hafs en 1976 (citado por 6) usando PGF_2 alfa natural sugirió también que la fertilidad normal puede ser obtenida en novillas lecheras, con una inseminación única a las 72 horas después de la 2a. inyección.

González-Padilla y Ruiz (13) utilizando 157 vacas y vaquillas ciclando de las cuales 82 recibieron una inyección de 30 mg. de PGF_2 alfa sal trometamina, observaron que el celo se presenta, en los animales tratados, 24 horas después del tratamiento y que en 8 días se detectó el celo y se inseminó al 80% de este grupo. La respuesta en presentación de celo fue mejor en vacas (93%) que en vaquillas (73%) ($P < .05$); así como en animales tratados durante la 2a. ó 3a. semana del ciclo estral (95%) que en los tra-

tados en la 1a. (41%), ($P < .01$). Los porcentajes de concepción en los grupos testigo y tratado fueron en 8 días, 23% y 41% ($P < .05$); en 21 días, 60% y 42% ($0.10 > P > 0.05$) y en 48 días 69% y 63% ($P > .01$) respectivamente. El porcentaje de preñez al 1er. servicio fue inferior en los animales -- tratados en la primera semana del ciclo estral que en aquellos tratados en la segunda o tercera semana ($P < .01$).

En otro trabajo, Britt, Hafs y Stevenson (1), aplicaron 2 inyecciones de PGF_2 alfa a vaquillas Holstein en el día 0 y a las 6 y 18 horas del 12o. día. El intervalo del 2o. tratamiento a la 1a. observación del estro no difirió entre las vaquillas tratadas durante la mañana (69.8 ± 4.4 horas) y las de la tarde (72.7 ± 5.2 horas). Los estros se detectaron más pronto después del tratamiento durante julio de 1975 (49 ± 2 horas) que después del tratamiento durante junio de 1976 (85 ± 8 horas). Los estros se iniciaron a las 64 ± 5 horas; 73 ± 7 y 76 ± 7 horas después de la 2a. inyección durante agosto de 1975, octubre de 1976 y diciembre de 1975. Las vaquillas tratadas durante la mañana en octubre se detectaron en estro más pronto que las tratadas durante la tarde (57 ± 3 horas contra 95 ± 13 horas). Una interacción de la estación del año con el tiempo, puede afectar el intervalo con protaglandina F_2 alfa hasta el inicio del estro.

En otro estudio usando PGF_2 alfa se obtuvo una sincronización del 80% en cinco días y en ese mismo período, quedó gestante el 68% del hato mientras que en 45 días de inseminación artificial, quedaron gestantes el 94% y 83% de los grupos trátado y testigo respectivamente (González-Pa-dilla, 12).

2.3. Otros sincronizadores.

2.3.1. Estrógenos.

2.3.1.1. Estrógenos naturales.- Los estrógenos naturales son esteroides químicamente afines a las hormonas sexuales masculinas, hormonas de la corteza adrenal y a otros esteroides como los glicósidos cardíacos, la vitamina "D", los ácidos biliares y los hidrocarburos carcinógenos. Las principales hormonas sexuales femeninas en la mayoría de las especies animales son el estradiol, la estrona (telina) y el estriol.

Los estrógenos estimulan y mantienen los tejidos del aparato reproductor tubular y los órganos reproductores accesorios, entre ellos, los conductos de las glándulas mamarias. Son necesarios para la contractilidad normal del útero y para la respuesta de este órgano a la oxitocina. En ausencia de estrógenos desaparece el ciclo estrual y se atrofia el aparato reproductor.

La hormona estrogénica natural parece producirse por los folículos ováricos bajo el estímulo del factor FSH del lóbulo anterior de la hipófisis. A medida que aumenta la cantidad de estrógeno en la sangre inhibe la producción de FSH por la hipófisis anterior y con ello disminuye la estimulación de los folículos.

La vaca tiene una tolerancia sorprendentemente pequeña a los estrógenos. La administración diaria de 600 unidades rata (U R) de estradiol en vaquillas ovariectomizadas produce estro en el transcurso de 3 días. (Meyer - Jones, 23).

Cuando se administran las dosis clínicas usuales, de estrógeno a una vaca, ésta exhibe manifestaciones de estro en doce a cuarenta y ocho horas, por su gran susceptibilidad. Sin embargo, la inducción prematura del estro hace que éste cese antes de que ocurra la ovulación por lo que la concepción rara vez sigue a la cópula durante el estro inducido artificialmente (Asdell et al, 1945: citados por 23).

Melampy et al (1957: citados por 16), han considerado que las pequeñas cantidades de progesterona facilitan el efecto del estradiol para inducir el estro en ganado ovariectomizado.

Se ha observado que la función del cuerpo lúteo puede suprimirse con una inyección de estrógeno. El intervalo de tiempo desde la inyección del estrógeno hasta el inicio del estro es variable, provocando la regresión del cuerpo lúteo mediante la aplicación de 5 mg. de valerato de estradiol (Wiltbank et al, 1961: citados por 12.).

Foote en 1971 (citado por 2) reportó que una inyección única de estradiol durante el anestro post-parto aceleró el inicio de la actividad reproductiva en vacas lecheras y de carne. También se ha probado la inyección única de 4 mg. de cipionato de estradiol (ECP) obteniendo los porcentajes de presentación de celo de 83 y 27% para los grupos tratamiento y testigo respectivamente ($P < .05$), en el primer período de 21 días. Los porcentajes de gestación en este período fueron de 30% para tratamiento y 20% para el grupo testigo. Durante 45 días del estudio quedaron preñadas 67 y 57% del grupo tratamiento y testigo respectivamente. No se encontraron diferencias significativas entre estos valores. Los porcentajes de fertilidad al 1er. servicio fueron de 34.6% para las hembras tratadas con ECP y 50% para el grupo testigo, sin que se encontraran diferencias significativas (Gabilondo de la Torre, 11).

2.3.1.2. Estrógenos sintéticos. - Se han sintetizado varios compuestos químicos que ejercen la misma acción biológica que los estrógenos naturales. El más importante de los estrógenos sintéticos y el primero descubierto es el dietilestilbestrol, U.S.P. (Estilbestrol). Entre los numerosos derivados de éste, usados clínicamente, están el hexestrol, N.F.; Benzestrol, N.N.R. y Dienestrol, U.S.P.

El dietilestilbestrol no afecta al ovario y por ello no sirve para inducir un estro normal y fértil. Dosis moderadas (15 a 25 mg.) deprimen temporalmente la función -- ovárica en vaquillas y vacas. Una dosis grande única ó dosis pequeñas repetidas, causan hipoplasia ovárica. Al final de la represión estrogénica, es fácil que se produzcan folículos quísticos. También existen riesgos de provocar abortos cuando se administran grandes dosis de dietilestilbestrol (100mg.) a vacas preñadas (Meyer Jones, 23).

Se ha reportado que a las vacas Holstein inyectadas con 20 mg. de dipropionato de dietilestilbestrol, dentro de 9 horas después del parto, no les afectó significativamente el - intervalo parto-primer estro (Casida y Wisnicky, 1950: citados por 9).

2.3.2. Gonadotropinas.

Las gonadotropinas estimulan las gónadas para segregar hormonas que afectan al aparato reproductor tubular, a los órganos sexuales accesorios y a los caracteres sexuales secundarios, pero no a las gónadas.

Las hormonas gonadotrópicas son: 1) Gonadotropina del lóbulo anterior de la hipófisis (glándula pituitaria). 2)

La gonadotropina coriónica que se extrae de la orina de la mujer embarazada, y 3) La gonadotropina obtenida del suero de yegua preñada. Estas tres gonadotropinas poseen cantidades variables de la hormona estimulante del folículo (FSH) y de la hormona luteínica (LH). La gonadotropina del lóbulo anterior de la hipófisis es difícil y costosa de preparar y rara vez se usa para fines terapéuticos (Meyer Jones, 23).

2.3.2.1. Gonadotropina Coriónica.- La gonadotropina coriónica se extrae de la orina de la mujer embarazada y contiene exceso del factor LH. Es la gonadotropina más fácil de obtener y la más económica. Todas las gonadotropinas deben administrarse por vía parenteral, porque son de naturaleza proteínica y se destruyen por las enzimas de la digestión si se administran por la boca.

La gonadotropina coriónica estimula el cuerpo lúteo para segregarse y mantener niveles adecuados de progesterona y rompe el folículo de Graaf desarrollado (Meyer Jones, 23).

Zawadowsky, Eskin y Ovsjannikov (1935: citados por 2), reportaron que el estro y la ovulación pueden ser inducidos en vacas, después del parto, por la inyección de orina

de mujer embarazada y una emulsión hipofisial. Se han encontrado también que la inyección de gonadotropina causó una disminución de la duración del ciclo estrual en vaquillas (24).

2.3.2.2. Suero de yegua preñada.- La gonadotropina -- equina (PMS) con un contenido más alto de FSH, resulta más eficaz para promover el desarrollo folicular. El número de folículos que maduran depende de la cantidad de hormona administrada. Después de la inyección de grandes dosis de gonadotropina equina, madura un número anormalmente grande de folículos (superovulación). Sin embargo, pasada la dosis óptima, el aumento de la dosis reprime la ovulación. El aparato reproductor femenino no responde a las inyecciones de gonadotropina equina durante la fase luteínica del ciclo estrual. La gonadotropina equina puede usarse para estimular la actividad ovárica reprimida en la hembra adulta y el desarrollo sexual en la inmadura. Cuando se administra adecuadamente, el estro y la ovulación se producen en el transcurso de 2 a 5 días después de una sola inyección subcutánea de la dosis recomendada. (1,000 a 2,000 unidades). Las vaquillas y vacas anestras no responden -- siempre a esta hormona (Meyer Jones, 23).

Brock y Rowson en 1952 (citados por 32), notaron una

degeneración del óvulo en vacas cuya ocurrencia del estro y ovulación fueron retardadas por más de 5 días, después de la inyección de PMS.

Se ha sugerido (Oxenreider, 1968: citado por 27) que el cuerpo lúteo formado cuando se trató a vacas con suero de yegua preñada el día siguiente al parto, y con gonadotropina coriónica humana 4 días después, tuvo una duración de vida normal y ocurrió una segunda ovulación espontánea 20 a 23 días después de la ovulación inducida. Además, los porcentajes de concepción en vacas tratadas con PMS -- después del tratamiento con un progestágeno, fueron más altos que los de las vacas que no recibieron PMS. (Chupin et al, 1975; Mulvehill y Sreenan, 1977: citados por 27).

2.3.3. Hormona liberadora de gonadotropina (GNRH.)

La inyección de GNRH, indujo la formación de un cuerpo lúteo en las vacas lecheras, cuando se proporcionó de 12 a 30 días post-parto (Schams et al, 1973; Britt et al, 1974, 1975; Deaver et al, 1977: citados por 27) y en vacas de carne cuando se aplicó de 20 a 50 días post-parto -- (Webb et al, 1977; Lishman et al, 1979: citados por 27). Sin embargo, la duración de vida del cuerpo lúteo inducido fue generalmente menor de 4 días, y usualmente no provocó

la actividad ovárica cíclica (Britt et al, 1975; Weeb et al, 1977; Lishman et al, 1979: citados por 27).

La inyección de GNRH 10 a 15 días después del parto, resultó en un aumento de la hormona luteinizante en vacas lecheras (Fernández et al, 1978: citados por 27) y en vacas de carne (Irvin et al, 1977: citados por 27).

Pratt et al (27) inyectó a vacas que no se les detectó cuerpo lúteo, en forma intramuscular, con gonadotropina coriónica (2,500 U.I.) ó con GNRH (200 mg). Las vacas con cuerpo lúteo detectable se les aplicó además, 12 días después, PGF₂ alfa (33.4 mg de sal trometamina intramuscular). Estos tratamientos aumentaron ($P < .05$) la proporción de vacas en anestro del día 8 al 12 (11 de 37 contra 1 de 19 vacas testigo). El porcentaje total de concepción fue de 56% y no hubo diferencias entre grupos.

2.3.4. Oxitocina y atropina.

La oxitocina según Black y Duby (1965: citados por 26), cuando se inyecta a novillas (50 a 10 U.I.) durante los 6 a 7 días primeros del ciclo, consigue anular la formación del cuerpo lúteo acortando el ciclo, de tal modo que, el próximo celo aparece 5 a 6 días después, debido a

la reducción del efecto bloqueante de la progesterona que puede ser suprimido administrando epinefrina (9 mg) diaria o atropina (50 mg) al estimular el factor liberador de - - FSH.

Hansel y Trimberger (1951: citados por 8), fueron capaces de bloquear la ovulación en la vaca mediante inyecciones de atropina administradas muy al comienzo del estro y encontraron que el bloqueo se superaba administrando LH exógena junto con la atropina. Las inyecciones se aplicaron en forma subcutánea en dosis de 6.6 y 22 mg. por kilo de peso.

3. MATERIALES Y METODOS

Este experimento se realizó en el campo experimental "Canadá" de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicado en la carretera a Colombia kilómetro No. 3, Escobedo, Nuevo León. El período experimental inició el 5 de marzo de 1983 y se prolongó hasta el 10. de septiembre de 1983.

Se utilizaron 11 vaquillas Holstein, las cuales se habían diagnosticado vacías mediante palpación rectal. De estos animales solo a cinco se les había registrado al menos, un celo (el 38% del total).

Antes de iniciar el tratamiento, se les proporcionó a todos los animales, un período de alimentación de 20 días a razón de 4 kg. de concentrado por día por animal, para lograr alcanzar el peso adecuado para su servicio. Después de este período las vaquillas pesaron entre 341 y 500 kg. promediando un peso de 384.46 kg.

Los animales fueron distribuidos en dos grupos homogéneos de acuerdo a su peso. Posteriormente, uno de los grupos fue asignado al azar como tratamiento I y el otro como tratamiento II. El tratamiento I consistió en aplicar a cada

animal una inyección intravenosa de 500 mg. de progesterona al inicio de la prueba y 2 mg. de cipionato de estradiol, también en inyección intravenosa, al momento de la detección del celo.

El tratamiento II consistió en la aplicación de dos inyecciones intravenosas de 150 mg. de progesterona cada una, la segunda de ellas aplicada 2 días después de la primera. También en este tratamiento se aplicaron 2 mg. de cipionato de estradiol a la detección del estro.

La detección de calores se realizó durante una hora - cuatro veces al día; esto es de 8:30 a.m. a 9:30 a.m.; de 2:30 p.m. a 3:30 p.m.; de 8:30 p.m. a 9:30 p.m. y 2:30 a.m. a 3:30 a.m. Una vaquilla se consideraba en celo sólo si permitía la monta por otro animal e inmediatamente se aplicaba el cipionato de estradiol. Las vaquillas fueron inseminadas artificialmente con semen congelado, 12 horas después de su detección de estro.

Todos los animales en su primer estro (inducido) fueron inseminados con pajillas del mismo toro (I H 3006) para evitar cualquier diferencia en cuanto a la fertilidad por parte del macho. Del 2o. estro en adelante se inseminaron a las repetidoras con pajillas del toro H 2905.

Durante el período que duró el experimento, la totalidad de los animales fueron mantenidos en un mismo corral y se les sujetó al mismo manejo. Las observaciones para la detección del celo y las inseminaciones artificiales fueron continuadas hasta que se determinó preñada a la última vaquilla. El diagnóstico de gestación se realizó por palpación del útero por vía rectal a los tres meses después de su última inseminación para cada animal. Las variables a medir en el presente trabajo fueron:

- Intervalo al primer celo.
- Porcentaje de preñez al primer servicio.
- Número de servicios por concepción.

El análisis estadístico de los resultados obtenidos en este experimento se realizó mediante la prueba de "T" - de Student.

4. RESULTADOS

4.1. Efecto del tratamiento sobre el inicio del estro.

La tabla I muestra la dispersión del inicio del estro para los dos tratamientos hormonales. Un total de 6 animales recibieron, cada uno, 500 mg. de progesterona al inicio de la prueba, más 2 mg. de cipionato de estradiol a la detección del celo. De este grupo, cinco vaquillas (83.3%) fueron detectadas en estro en un período de dos días (días 16 y 17 después de la inyección de progesterona). El intervalo promedio hasta el inicio del estro fue de 15.33 días, con un rango de 9 a 17 días (tabla II).

En el tratamiento II (150 mg. más 15 mg. de progesterona al inicio de la prueba, más 2 mg. de cipionato de estradiol al momento de la detección del estro), sólo dos animales (40.0%) estuvieron en estro en un período de 2 días (días 7 y 8 después de la última inyección de progesterona). En este tratamiento el intervalo promedio desde la última aplicación de progesterona hasta el inicio del estro fue de 12.8 días con un rango de 7 a 21 días (tabla II). Un solo animal provocó la mayor variación del intervalo entre la última inyección y el estro inducido. Este fue el caso de la vaquilla # 64, la cual presentó celo en-

tre la primera y la segunda inyección de progesterona, por lo cual se encontraba en el día "cero" del ciclo estrol al final del período de inyección y tardó 21 días, por consiguiente, en presentar su primer estro (inducido).

TABLA I. Distribución de la presentación del estro en los animales tratados que se sincronizaron en los 21 días siguientes a la inyección de progesterona.

T I (500mg.)	Días después de la inyección					
	7-8	9-10	12-13	14-15	16-17	20-21
Porcentaje parcial		16.7			83.3	
porcentaje acumulativo de animales en estro		16.7			100	
<hr/>						
T II (150+150mg.)						
Porcentaje parcial	40.0		20.0	20.0		20.0
Porcentaje acumulativo de animales en estro	40.0		60.0	80.0		100

De estos datos se deduce que el tratamiento que tuvo más uniformidad en cuanto al inicio del estro, fue el de --

500 mg. de progesterona, donde se obtuvo la mayor incidencia de calores entre los días 16 y 17 después del tratamiento.

No se encontró diferencia significativa ($P > .10$) entre los dos tratamientos para el intervalo entre el fin del tratamiento y el primer estro.

El intervalo de tiempo promedio entre el primer y segundo celo para las vaquillas que repitieron calor en el tratamiento I, fue de 20 días. Después del segundo estro sólo una vaquilla (#58) repitió calor 19 días después, de lo cual se deduce que el efecto del tratamiento sólo se presenta en el primer estro (inducido). De igual forma, en el tratamiento II, sólo una vaquilla (#74) repitió un segundo calor, a los 20 días del primero y otro más 40 días después de éste. En este último caso, lo más probable es que este animal haya tenido un celo silencioso a la mitad del tiempo entre el segundo y el tercer estro detectados, obteniendo así una duración de 20 días entre cada ciclo estrual, lo cual es normal.

TABLA II. Intervalos promedio al primer celo y efectividad de la sincronización en las vaquillas tratadas.

Dosis de progesterona	No. de vaquillas inseminadas.	Días promedio entre el fin del tratamiento y 1er. celo.	Total de días de presentación del celo - sincronizado.	Mayor % de sincronización en 2 días.
500 mg.	6	15.33 ^a	9	83.3 (16° a 17° día) ^b .
150 + 150mg.	5	12.80 ^a	15	40.0 (7° a 8° día) ^b .

a: No hay diferencia significativa ($P > .10$)

b: Para mayor claridad véase la sección No. 5, Discusión.

4.2. Efecto del tratamiento sobre el porcentaje de -- concepción.

Los porcentajes de concepción del primero al tercer estro, para los dos tratamientos, son presentados en la tabla III. Se observó que al primer servicio, se obtuvo un mayor porcentaje de preñez en el caso del tratamiento II (80.0%), mientras que al segundo servicio, los animales del tratamiento I lograron una concepción del 83% en contra del 80% del tratamiento II (tabla III).

El porciento de preñez al primer servicio, tanto en el tratamiento I (67%) como en el tratamiento II (80%) son mayores al nivel de fertilidad normal (alrededor del 60%), por lo cual se deduce que ninguno de los dos tratamientos disminuyó la fertilidad del estro inducido.

Todos los animales, en los dos tratamientos, quedaron preñados en un máximo de 3 servicios. Se obtuvo al final de la prueba, un promedio de 1.5 servicios por concepción para el tratamiento I y 1.4 servicios por concepción para el tratamiento II sin que se encontrara diferencia significativa ($P > .10$) entre ellos (tabla II).

En el tratamiento I, el período de inseminación arti-

ficial se prolongó por 46 días a partir del primer servicio, mientras que en el tratamiento II el período de inseminación fue de 61 días.

TABLA III. Animales gestantes a través del estudio de sincronización del estro con progesterona.

Dosis de progesterona.	No. de vaquillas inseminadas.	% de concepción al 1er. servicio	% de concepción al 2o. servicio (acumulado)	% de concepción al 3er. servicio (acumulado)	No. de servicios promedio por concepción.
500 mg.	6	4/6 (67%)	5/6 (83%)	6/6 (100%)	1.5 ^a
150+150mg.	5	4/5 (80%)	4/5 (80%)	5/5 (100%)	1.4 ^a

a) No hay diferencia significativa ($P > .10$).

5. DISCUSION

En el presente trabajo, no existió diferencia significativa entre tratamientos para el intervalo de tiempo entre el fin de las inyecciones de progesterona y el inicio del estro, aunque se observó una aparente tendencia a disminuir este intervalo, conforme el nivel de dosificación fue menor. Estos datos se muestran en la tabla II, donde se observa que en el tratamiento I (500mg.), el intervalo promedio entre la inyección y el inicio del estro fue 15.33 días, mientras que en el tratamiento II este promedio fue de 12.80 días. Esta hipótesis concuerda con los resultados obtenidos por Ulberg (33) y por Willet et al (1963: citados por 28), quienes afirman que a menor dosificación de progesterona, más rápido se presentará el estro.

En el tratamiento I (500 mg.) se obtuvo una sincronización del 83.3% en dos días y el estro ocurrió en esos animales entre el día 16 y 17 después de la inyección de progesterona. Esto es comparable al 89% de sincronización entre el día 15 al 19 después de la inyección única de 540 a 560 mg. de progesterona y al 90% de sincronización entre el día 16 al 19 después de la aplicación de progesterona cuando ésta fue seguida, 15 días después, por una inyección de gonadotropina equina (24).

Los resultados obtenidos en el tratamiento II, en cuanto al intervalo promedio entre la última inyección de progesterona y el inicio del estro (12.80 días) parecen, a simple vista, contrarios al promedio de 5 días obtenido por Willet et al en 1950 (citados por 33) con la inyección diaria de 50 a 100 mg. de progesterona, y al intervalo promedio de 4.6 días obtenido por Trimberger y Hansel (32), mediante la inyección diaria de 50, 75 y 100 mg. de progesterona. También parecen contrarios al intervalo promedio de 6 días en el 86% de los animales tratados con inyecciones diarias de 125mg. de progesterona obtenido por Ulberg (34). Sin embargo se debe tomar en cuenta en esta comparación, que el máximo porcentaje de sincronización obtenido mediante este tratamiento (40%), se presentó entre los días 7 y 8 después de la última inyección y este intervalo al inicio del estro sí es comparable a los resultados de los trabajos presentados anteriormente. De esta forma se puede apoyar la hipótesis de que a menor nivel de dosificación diaria, más pronto se inducirá el celo.

La gran dispersión en el inicio del estro para el tratamiento II, que disminuyó la efectividad de la sincronización pudo haber sido debida a la forma de aplicación de las inyecciones, ya que en el día intermedio, en el que no se aplicó progesterona, se permitió el desarrollo foli-

cular, causando hasta un celo en el caso de la vaquilla -- #64, por lo cual su próximo estro se presentó 21 días después. Como ya se mencionó anteriormente, este animal causó la mayor variación del intervalo entre la última inyección y el estro inducido.

El porcentaje de concepción al primer servicio obtenido en el presente experimento, para cualquiera de los dos tratamientos, es alto en comparación a los trabajos revisados, no solo para estros inducidos, sino también para estros normales. Estos porcentajes son de 67% para el tratamiento I y 80% para el tratamiento II, comparados con el 50% obtenido en vaquillas lecheras inseminadas en un estro controlado con progesterona, reportado por Willet en 1951 (citado por 24), y con el 42 al 50% obtenido por Wagner et al en 1963 (citados por 28) con 5 a 10 mg. de CAP más 10 mg. de estrógeno.

Datos contrarios a estos trabajos y al presente experimento, se han reportado por Foote y Hunter en 1964 (9), los cuales utilizando 50 mg. de progesterona más 10 mg. de estrógeno obtuvieron sólo 20% de concepciones al primer -- servicio, mientras que el grupo testigo y el tratamiento con progesterona sola, obtuvieron el 60% de concepciones al primer servicio cada uno.

Ulberg en 1955 (citado por 23) también ha reportado - que las inyecciones diarias de progesterona tienen un efecto detrimental sobre el rango de concepción al primer servicio. Esto ha sido apoyado por Dunker et al en 1958 (citados por 34) y Ulberg y Lindley (34).

Trímberger y Hansel (32) usando dosis de 50, 75 y 100 mg de progesterona obtuvo un porcentaje de concepción al -- primer servicio de solo 12.5. Esta baja fertilidad pudo - deberse a la falta de la inyección de estrógeno al momento del celo. En este trabajo 14 vacas tuvieron una duración de ciclo normal, 4 tuvieron estro silencioso y 7 un disturbio marcado en la duración del estro o en el tiempo de ovulación. Estos resultados, están en contra de los datos obtenidos en el presente experimento, en el cual todos los - animales tuvieron una duración de ciclo normal después del estro inducido, excepto la vaquilla #74 del tratamiento II, la cual presentó un celo silencioso entre el segundo y tercer servicio, que se dedujo por la duración de este intervalo de tiempo, que fue de 40 días.

Basándose en los resultados del presente experimento, se puede observar que el efecto de la progesterona para -- acortar el ciclo estral, desaparece en el segundo estro -- después del tratamiento. Estos resultados concuerdan con

los obtenidos por Ulberg en 1955 (citado por 23). Tampoco existió efecto detrimental alguno para el porcentaje de concepción obtenido en este segundo estro post-tratamiento, que se demuestra por el hecho de que en el tratamiento I se obtuvo una concepción a este estro de 83% mientras que en el tratamiento II fue de 80%.

6. CONCLUSIONES

Se ha demostrado mediante el presente trabajo e inves
tigaciones hechas anteriormente, que la aplicación de pro
gesterona por cualquier vía inhibe el estro y sincroniza -
efectivamente a los animales tratados.

La utilidad de la progesterona, mediante una adecuada
difusión de las técnicas más favorables, puede llegar a -
convertirla en la herramienta ideal en el control reproduc
tivo del ganado bovino, tanto para la elaboración de pro--
gramas de inseminación artificial para la crianza y produc
ción de animales, como para evitar el celo en animales en
engorda y con ello aumentar o al menos evitar la disminu--
ción en la eficiencia alimenticia.

Los altos porcentajes de concepción al primer servi--
cio encontrados en este experimento, aumentan la seguridad
y el interés en la utilización de la progesterona como mé
todo para la sincronización del estro.

La facilidad de la aplicación de los dos tratamien--
tos utilizados aquí, en comparación con otros métodos más
complicados ó de mayor duración citados en este trabajo, -
determinan que además de buenos resultados, se debe elegir

un método que también sea de fácil aplicación, principalmente cuando se va a sincronizar un hato con un gran número de animales.

La utilización de una dosis única de 500 mg. de progesterona parece ser de los métodos más efectivos para la sincronización del estro, tanto por su facilidad de aplicación, como por su sincronía en la presentación del estro y su porcentaje de fertilidad mejor de lo normal.

7. RESUMEN

Este experimento fue realizado con objeto de evaluar la sincronización del estro y la fertilidad en bovinos tratados con progesterona más estrógeno bajo condiciones prácticas de manejo. Un total de 11 vaquillas fueron distribuidas en 2 grupos homogéneos de acuerdo a su peso. Seis de ellas recibieron una inyección intravenosa de 500 mg. de progesterona al inicio de la prueba y 2 mg. de cipionato de estradiol en inyección intravenosa al momento de la detección del estro. Los cinco animales restantes recibieron una inyección intravenosa de 150 mg. de progesterona y otra inyección también de 150 mg. dos días después de la primera, además de 2 mg. de cipionato de estradiol, vía intravenosa también, a la detección del estro.

El período de inseminación artificial fue de 46 días, a partir del primer servicio, para el tratamiento I (500mg.) mientras que para el tratamiento II (150 más 150 mg.) fue de 61 días; todos los animales se observaron para la detección del estro durante una hora cada 6 horas (4 observaciones diarias), desde la inyección de progesterona, hasta que se diagnosticó preñada la última vaquilla. El diagnóstico de gestación se hizo a los 3 meses después del último servicio.

Los animales del tratamiento I comenzaron a presentarse en celo 9 días después de la inyección de progesterona y en dos días se detectó e inseminó al 83.3% de los animales en este tratamiento.

En el tratamiento II, el primer estro se detectó 7 días después de la última inyección de progesterona, y en 2 días se detectó en estro y se inseminó al 40.0% de estos animales.

Los porcentajes de animales gestantes en los tratamientos I y II, al primer servicio, fueron de 67 y 80% respectivamente.

No se encontró diferencia significativa ($P > .10$) entre los dos tratamientos para el intervalo entre el fin del tratamiento y el primer estro así como tampoco para el número de servicios por concepción.

8. BIBLIOGRAFIA CITADA

- 1.- Britt, J. H., H. D. Hafs and J. E. Stevenson, 1978.
Estrous in relation to time of administration of pro-

FE DE ERRATAS

PAG.	REGLON	D I C E	DEBE DECIR
22	22	TRATADOS UN POR CIENTO	TRATADOS TUVIERON UN PORCIENTO
34	14	LA PROGESTERONA DEL CUERPO	LA PROGESTERONA DEL SUERO

- 3.- Cantú Chapa M., 1978. *Sincronización de estros en bovinos*, Tesis F.A.U.A.N.L.

- 4.- Chakraborty, P. K., R. H. Liewer, and F. Hisaw, J. R., 1971. *Synchronization of estrus, reproductive performance, and lactational response of Holstein heifers treated with melengestrol acetate. Journal of Dairy Science*, 54 (12).

- 5.- Colombani, B. et al., 1980. *Oestrus synchronization in Italian Friesians using vaginal coils containing progesterone. Animal Breeding Abstracts*; 1983. 51 (1).

- 6.- Cooper, M. J., 1978. *Ovulation control in the cow. In Easter School in Agricultural Science, 26th, Univer*

8. BIBLIOGRAFIA CITADA

- 1.- Britt, J. H., H. D. Hafs and J. E. Stevenson, 1978. *Estrous in relation to time of administration of prostaglandin F₂α to heifers. Journal of Dairy Science, 61 (4).*
- 2.- Brown, J. G., D. W. Peterson and W. D. Foote, 1972. *Reproductive response of beef cows to exogenous progestogen and gonadotropins at various stages post partum. Journal of Animal Science, 35 (2).*
- 3.- Cantú Chapa M., 1978. *Sincronización de estros en bovinos, Tesis F.A.U.A.N.L.*
- 4.- Chakraborty, P. K., R. H. Liewer, and F. Hisaw, J. R., 1971. *Synchronization of estrus, reproductive performance, and lactational response of Holstein heifers - treated with melengestrol acetate. Journal of Dairy Science, 54 (12).*
- 5.- Colombani, B. et al., 1980. *Oestrus synchronization - in Italian Friesians using vaginal coils containing -- progesterone. Animal Breeding Abstracts; 1983. 51 (1).*
- 6.- Cooper, M. J., 1978. *Ovulation control in the cow. In Easter School in Agricultural Science, 26th, Univer*

- sity of Nottingham, 1977. Control of ovulation, Butterworths, London. p.p. 413-421.
- 7.- Cumming, I. A. et al, 1982. The time of estrus and ovulation following various synchronization techniques using progesterone impregnated intravaginal devices. *Animal Breeding Abstracts*; 1983. 51 (2).
- 8.- Dukes, H. H. y M. J. Swenson, 1977. *Fisiología de los animales domésticos*, 4a. edición, Aguilar. Madrid. p. p. 1593-1649.
- 9.- Foote, W. D. and J. E. Hunter, 1964. Post-partum intervals of beef cows treated with progesterone and estrogen. *Journal of Animal Science*. 23: 517.
- 10.- Fosgate, O. T., N. W. Cameron and R. J. Mc.Leod, - - 1962. Influence of 17-alpha-hydroxyprogesterone-N-caproate upon post-partum reproductive activity in the bovine. *Journal of Animal Science*. 21: 791.
- 11.- Gabilondo de la Torre, O. A., 1980. Inducción de calores en vacas lactantes en anestro mediante la utilización de progesterona, gonadotropina coriónica (HCG) y ciclopropionato de estradiol (ECP). *Vet. Méx.* 11 -- (3).
- 12.- González Padilla, E., E., 1982. Sincronización del es

- tro en bovinos. EN Pérez Domínguez M., Manual sobre ganado productor de leche, Diana. México. p.p. 366-390.
- 13.- González Padilla, E., y R. Ruiz Díaz, 1975. Utilización de prostaglandina $F_2\alpha$ para sincronizar el estro en bovinos. Tec. Pec. Méx. 29:16.
- 14.- González Padilla, E., R. Ruiz Díaz, D. Lefever, A. Denham and J. N. Wiltbank, 1975. Puberty in beef heifers. III. Induction of fertile estrus. Journal of Animal Science, 40 (6).
- 15.- Hansel W. and J. E. Fortune, 1978. The applications of ovulation control. IN Easter School in Agricultural Science, 26th, University of Nottingham, 1977. Control of Ovulation, Butterworths, London. p.p. 237-267.
- 16.- Hansel, W., P. V. Malven and D. L. Black, 1961. Estrous cycle regulation in the bovine. Journal of Animal Science. 20: 621.
- 17.- Inskoop, E. K., 1973. Potential uses of prostaglandins in control of reproductive cycles of domestic animales. Journal of Animal Science, 36 (6).
- 18.- Kanachev, L. N. n 1981. PRID-Induced synchronization -

- of cows oestrus. *Animal Breeding Abstracts*; 1983. 51 (3).
- 19.- Lauderdale, J. W., B. W. Seguin, J. N. Stellflug, J.R. Chenault, W. W. Thatcher, C. K. Vicent and A. F. Loya--
yancano, 1974. Fertility of cattle following PGF₂ injection. *Journal of Animal Science*, 38 (5).
- 20.- Louis, T. M., H. D. Hafs and D. A. Morrow, 1974. In--
trauterine administration of prostaglandin F₂α in cows: progesterone, estrogen, LH, estrus and ovula--
tion. *Journal of Animal Science*, 38 (2).
- 21.- Loy, R. G., R. G. Zimbelman and L. E. Casida, 1960. Effects of injected ovarian hormones on the corpus lu--
teum of the estrual cycle in cattle. *Journal of Ani--
mal Science*, 19: 175.
- 22.- Mc. Donald, L. E. 1971. Reproducción y endocrinolo--
gía veterinarias. Interamericana, México, p. p. 236-
264.
- 23.- Meyer Jones, L., 1959. *Farmacología y terapéutica ve--
terinarias 1a. edición*. U.T.E.H.A., México. p. p. 835
-853.
- 24.- Nellor, J. E. and H. H. Cole, 1956. The hormonal con--
trol of estrus and ovulation in the beef heifer. *Jour--
nal of Animal Science*, 15: 650.

- 25.- O'Brien, C. D. R. E. Bloss and E. F. Nicks, 1968.
Effect of melengestrol acetate on the growth and re-
productive physiology of fattening heifers. *Journal*
of Animal Science, 27: 664.
- 26.- Pérez y Pérez, F. 1969. *Fisiopatología de la repro-*
ducción animal. 2a. edición, editorial Científico-Mé-
dica. Barcelona. p.p. 321-332; 421-431.
- 27.- Pratt, B. R., J. G. Berardinelli, C. P. Stevens and
E. K. Inskeep, 1982. Induced corpora lutea in the --
post-partum beef cow. I. Comparison of gonadotropin
releasing hormone and human chorionic gonadotropin -
and effects of progestogen and estrogen. *Journal of*
Animal Science, 54 (4).
- 28.- Preston, T. R. y M. B. Willis, 1974. *Producción inten-*
siva de carne. 1a. edición, Diana. México. p.p. 290-
297.
- 29.- Ray, D. E., M. A. Emmerson, and R. M. Melampy, 1961.
Effect of exogenous progesterone on reproductive acti-
vity in the beef heifer. *Journal of Animal Science*,
20: 373.
- 30.- Roche, J. F., 1976. Calving rate of cows following
insemination after a 12-day treatment with silastic

coils impregnated with progesterone. *Journal of Animal Science*, 43 (1).

- 31.- Saiduddin, S., M. M. Quevedo and W. D. Foote, 1968. Response of beef cows to exogenous progesterone and estradiol at various stages post-partum. *Journal of Animal Science*, 27: 1015.
- 32.- Trimmerger, G. W. and W. Hansel, 1955. Conception rate and ovarian function following estrus control by progesterone injections in dairy cattle. *Journal of Animal Science*, 14: 224.
- 33.- Ulberg, L. C., R. E. Christian and L. E. Casida, -- 1951b Ovarian response in heifers to progesterone injections. *Journal of Animal Science*, 14: 224.
- 34.- Ulberg, L. C. and C. E. Lindley, 1960. Use of progesterone and estrogen in the control of reproductive activities in beef cattle. *Journal of Animal Science*, 19: 1132.
- 35.- Wiltbank, J. N. and C. W. Kasson, 1968. Synchronization of estrus in cattle with an oral progestational agent and an injection of an estrogen. *Journal of -- Animal Science*, 27: 113.
- 36.- Zimbelman, R. G., 1963. Determination of the minimal

effective dose of 6 α -methyl-17 α -acetoxyprogesterone for control of the estrual cycle of cattle. *Journal of Animal Science*, 22: 1051.

