

01674



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN Y DE LA
SALUD ANIMAL**

**DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE INDUCCIÓN DE LA
OVULACIÓN EN VACAS ANÉSTRICAS DOBLE PROPÓSITO EN
FINCAS DE PEQUEÑOS PRODUCTORES DEL TRÓPICO
VERACRUZANO MEDIANTE PROGESTÁGENOS Y ESTRÓGENOS**

T E S I S

**PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS**

P R E S E N T A :

JOSÉ HENRY VELÁSQUEZ PENAGOS

**TUTOR: Dr. CARLOS GALINA HIDALGO
COMITÉ TUTORAL: Dr. OCTAVIO CASTELÁN
Dr. JAIME GALLEGOS**



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 esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

DEDICADA A:

Dios por estar presente y permitirme salir adelante en este trabajo.

Mis Hijos y Esposa; Lily Andrea, Sebastián y Liliana quienes son mi inspiración y motivo de lucha.

Mis Padres; José Guillermo y María Josefa quienes con su amor y apoyo he logrado alcanzar esta meta.

Mis Hermanos; Luz Mery, Antonia, Guillermo, Elsa, quienes con su cariño me han motivado a continuar en los momentos difíciles.

Mis Sobrinos Oscar, Edwin, Marcela, Daniela, Alejandra.

Al resto de mi familia que siempre han estado y estarán en los momentos buenos y malos de mi vida, Rosa, Alvaro y Andrés.

A la memoria del Dr Luis Alvaro Hernández y Vicente Mora

Al Dr. Víctor Manuel Linares mi primer Jefe, que me enseñó a valorar el trabajo con los pequeños productores.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Henry Velázquez Pérez

FECHA: Sep-03-2009

FIRMA: Henry Velázquez Pérez

AGRADECIMIENTOS

A la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA, por darme la oportunidad de seguir estudiando y culminar una meta más en mi vida.

Al Dr. Carlos Galina Hidalgo, por recibirme como su alumno y brindarme su confianza, apoyo y comprensión, para el desarrollo de este trabajo.

A los Drs. Tito Efraín Díaz, Jorge Medranol, Jorge Luis Parra, Diego Aristizabal, Rolando Barahona, Jaime Cardozo, quienes creyeron en mí para lograr esta etapa de mi vida.

A la Dra. Fany Villa, por su desinteresada colaboración y apoyo ante las directivas de CORPOICA.

Al Dr. Jaime José Triana director de la Regional 8 CORPOICA, por su colaboración en el último año de mis estudios.

A mis compañeros de trabajo en Colombia, Dr. Guillermo Onofre, Dr. Oscar Pardo, Dr. Alvaro Rincón, Dra. Martha López, Dr. Efraín Benavidez, Dr. Mauricio Alvarez, Dr. Pablo Germán Avila, por brindarme su amistad y apoyo.

Al Dr. Agustín Góngora por ser la persona que me impulsó para que tomara la decisión de realizar mi maestría en México

A la Facultad Veracruzana de Veterinaria y Zootécnia encabezada por el Dr. Carlos Lamothe por brindarme el apoyo logístico para terminar este trabajo.

Al Dr. Felipe Montiel, por su colaboración en la ejecución del trabajo de campo y el apoyo que me brindó durante mi estancia en el estado de Veracruz.

Al Dr. Antonio Hernández, por brindarme su colaboración y apoyo en el procesamiento de las muestras.

A los productores del GGAVATT la Laguna, Jamapa, Tejería, Mata Ortiz por facilitar los animales para el experimento, además de brindarme su amistad y apoyo en los momentos difíciles durante mi estancia por Veracruz.

Al Médico Víctor Gregorio por ser un gran amigo en mi estancia en la ciudad de Veracruz y por su desinteresada colaboración en la ejecución de este trabajo.

A la Dra. Clara Murcia y Dra. Susana Rojas, del departamento de Reproducción por el trabajo invertido en las determinaciones hormonales para el presente trabajo.

A mi comité Tutoral, Dr. Octavio Castelán y Dr. Jaime Gallegos, por sus consejos y el acompañamiento en este trabajo.

A mis sinodales Dra. Teresa Sánchez y Dr. Angel Pulido, por la revisión y sugerencias al escrito final

A los Drs. Ignacio y Benjamin por brindarme su amistad en el tiempo que viví en Aguascaliente.

A mis compañeros de la facultad de Medicina Veterinaria de la UNAM, Martín, Nicolás, Cesar, Agustín, Jahel, Esperanza, quienes me enseñaron a comprender al pueblo mexicano.

A mis paisanos Colombianos Paulina, Memo, Javier quienes con su apoyo y compañía me hicieron sentir como en mi casa COLOMBIA.

Al Dr. Javier Flores Cobarrubias, por su paciencia y colaboración durante el desarrollo de mi maestría.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, quien me brindó el espacio para continuar mi formación académica.

ÍNDICE

	Pág.
LISTA DE CUADROS	vii
LISTA DE GRÁFICAS	ix
RESUMEN	xii
ABSTRAC	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	7
2.1. ANTECEDENTES DEL SISTEMA BOVINO DOBLE PROPÓSITO.....	7
2.1. PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y REPRODUCTIVOS DEL SISTEMA DOBLE PROPÓSITO.....	9
2.3. ANESTRO POSTPARTO.....	12
2.3.1 FACTORES QUE AFECTAN EL REINICIO DE LA ACTIVIDAD OVÁRICA	14
2.3.1.1. Raza	14
2.3.1.2. Edad	14
2.3.1.3. Época	15
2.3.1.4. Amamantamiento.....	17
2.3.1.5. Nutrición.....	19
2.3.2. MÉTODOS DE MANEJO PARA REDUCIR EL ANESTRO POSTPARTO.....	24
2.3.2.1. MÉTODOS NO HORMONALES.....	24
2.3.2.1.1. Presencia del toro.....	24
2.3.2.1.2. Destete.....	25
2.3.2.2. MÉTODOS HORMONALES.....	27
2.4. PROGESTERONA COMO INDICADOR DE LA ACTIVIDAD OVÁRICA.....	33
III. HIPÓTESIS	36
IV. OBJETIVOS	36
V. MATERIALES Y MÉTODOS	38
5.1. LOCALIZACIÓN.....	38

5.2.	CARACTERÍSTICAS DEL ESTUDIO.....	38
5.3.	ANIMALES EXPERIMENTALES.....	38
5.4.	CARACTERÍSTICAS Y MANEJO DE LOS ANIMALES EXPERIMENTALES.	41
5.5.	GRUPOS EXPERIMENTALES.....	41
5.5.1.	Inducción de la ovulación.....	42
5.5.2.	Destete temporal.....	42
5.5.3.	Inseminación artificial.....	43
5.5.4.	Diagnóstico de gestación.....	43
5.5.5.	Evaluación ultrasonográfica.....	43
5.5.6.	Determinación de progesterona.....	44
5.6.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	44
VI.	RESULTADOS.....	47
VII.	DISCUSIÓN.....	67
VIII.	CONCLUSIONES.....	74
IX.	LITERATURA CITADA.....	76

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1	Sistema ganaderos en Colombia: Métodos de alimentación, actividades, inventario ganadero y áreas en praderas..... 10
Cuadro 2	Evolución de indicadores de productividad en fincas ganaderas del Caquetá, Colombia..... 11
Cuadro 3	Parámetros reproductivos en fincas de DP en el trópico..... 11
Cuadro 4	Características iniciales de vacas incluidas en el experimento. 40
Cuadro 5	Condiciones previas al estudio y distribución de los animales en los dos tratamientos, CIDR con inyección de benzoato de estradiol (CIDR+BE) y CIDR sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR)..... 48
Cuadro 6	Número de vacas en estro en los dos tratamientos, CIDR con inyección de benzoato de estradiol (CIDR+BE) y CIDR sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR) estratificadas por grado de mestizaje, edad, número de partos y días postparto..... 53
Cuadro 7	Número de vacas que ovularon en los dos tratamientos, CIDR con inyección de benzoato de estradiol (CIDR+BE) y CIDR sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR) estratificadas por grado de mestizaje, edad, número de partos y días postparto..... 62

Cuadro 8	Número de vacas gestantes y vacías en los dos tratamientos, CIDR con inyección de Benzoatos de estradiol (CIDR+BE) y CIDR sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR).....	65
----------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Número de vacas en estro en dos tratamientos hormonales, CIDR con inyección de benzoato de estradiol (CIDR+BE) y CIDR sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR).....	49
Gráfica 2 Respuesta a la manifestación de estros, según el nivel tecnológico existentes en las fincas de estudio, con inyección de benzoato de estradiol (CIDR+BE) y CIDR sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR).....	50
Gráfica 3 Número de vacas en estro en dos tratamientos hormonales, CIDR con inyección de benzoato de estradiol (CIDR+BE) y CIDR sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR); estratificadas por nivel tecnológico de finca (buena, regular, ineficiente).....	51
Gráfica 4 Respuesta a estro en vacas anéstricas en dos tratamientos hormonales, CIDR con inyección de benzoato de estradiol (CIDR+BE) y CIDR sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR); estratificadas por su condición corporal a través del experimento.....	54
Gráfica 5 Tamaños foliculares al inicio del tratamiento y su respuesta a los signos de estro en los dos tratamientos hormonales, CIDR con inyección de benzoato de estradiol (CIDR+BE) y CIDR sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR).....	56

Gráfica 6	Tamaños foliculares al inicio del tratamiento y su respuesta al reinicio de la actividad ovárica en los dos tratamientos hormonales, CIDR con inyección de benzoato de estradiol (CIDR+BE) y CIDR sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR).....	57
Gráfica 7	Porcentaje de manifestaciones de estros en vacas que ovularon y continuaron anéstricas en los dos tratamientos, CIDR con inyección de benzoato de estradiol (CIDR+BE) y CIDR sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR).....	58
Gráfica 8	Número de vacas que ovularon en los dos tratamientos hormonales, CIDR con inyección de benzoato de estradiol (CIDR+BE) y CIDR sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR).....	59
Gráfica 9	Porcentaje de ovulaciones en vacas anéstricas en dos tratamientos hormonales, CIDR con inyección de benzoato de estradiol (CIDR+BE) y CIDR sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR); estratificadas por nivel tecnológico de finca (buena, regular, ineficiente).....	61
Gráfica 10	Respuesta ovulatoria en vacas anéstricas a dos tratamientos hormonales, CIDR con inyección de benzoato de estradiol (CIDR+BE) y CIDR sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR), estratificadas por su condición corporal a través del experimento.....	63

Gráfica 11 Ovulaciones totales en vacas que presentaron estro y no en los dos tratamientos hormonales, CIDR con inyección de benzoato de estradiol (CIDR+BE) y CIDR sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR)..... 66

Velásquez Penagos José Henry: **DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE INDUCCIÓN DE LA OVULACIÓN EN VACAS ANÉSTRICAS DOBLE PROPÓSITO EN FINCAS DE PEQUEÑOS PRODUCTORES DEL TRÓPICO VERACRUZANO MEDIANTE PROGESTÁGENOS Y ESTRÓGENOS.** (Bajo la dirección del MVZ PhD. Carlos S. Galina Hidalgo).

RESUMEN

En bovinos doble propósito se evaluó el efecto de 1.9 g de progesterona natural contenida en un dispositivo intravaginal (CIDR[®]), seguido de la aplicación de 1 mg de BE después de 24 horas de retirado el dispositivo. Se seleccionaron 86 hembras bovinas anéstricas con 44 y 95 días postparto, de 13 fincas de pequeños productores del estado de Veracruz, México. 47 vacas con un dispositivo por 9 días, más la inyección de BE 24 horas postretirado el CIDR conformaron el **Grupo CIDR+BE**; y 39 vacas con un dispositivo por 9 días conformaron el **Grupo CIDR**. Ambos grupos fueron inseminados a tiempo fijo (48 h postretiro del dispositivo). Los resultados fueron analizados mediante una prueba de regresión logística y Ji cuadrada. Del grupo **CIDR+BE** 28 animales manifestaron estro (60%) mientras que en el grupo **CIDR** 5 animales mostraron estro (13%), ($p < 0.05$). En cuanto a ovulación la respuesta observada el grupo **CIDR+BE** fue del 57% y el grupo **CIDR** 25% ($p < 0.05$). La gestación obtenida en los grupo **CIDR+BE** y **CIDR** fue del 13% y 8% respectivamente ($p > 0.05$). En las vacas con menos de 6 años, 3 partos y 74 días postparto que fueron tratadas con estrógenos, la manifestación de estro y ovulación fueron mejores ($p < 0.05$), contrario a las hembras de más edad, partos y días postparto, donde fue indiferente si se aplicaba el estrógeno o no ($p > 0.05$). Se puede concluir que la aplicación de estradiol aumenta la manifestación de celo y ovulación en los animales tratados con respecto a los no tratados Sin embargo, estos animales no presentaron un mayor índice de gestación, por lo que cabría considerar otros factores que influyeron en los resultados como la nutrición y el manejo de los ranchos.

Palabras clave: DOBLE PROPÓSITO, CIDR, PROGESTERONA NATURAL, BENZOATO DE ESTRADIOL, ESTRO, OVULACIÓN.

Velásquez Penagos José Henry: **DEVELOPMENT OF A INDUCTION OF OVULATION PROGRAM IN ANESTRIC DUAL PURPOSE CATTLE IN SMALL FARMS IN THE TROPIC OF VERACRUZ, MEXICO.** (Supervised by MVZ PhD. Carlos S. Galina Hidalgo).

ABSTRACT

The aim of this study was evaluate the effect of 1.9 g of natural progesterone contained in a intravaginal device (CIDR), followed by the application 1 mg of estradiol benzoate (BE) after twenty-four hours of implant withdrawal in dual purpose cattle. Eighty-six anestric females were selected between forty-four and ninety-five days postpartum chosen from thirteen different small farmers located in Veracruz, Mexico. Forty seven cows received an implant for 9 days plus and injection of BE twenty-four hours after implant removal (CIDR+BE) and thirty-nine with the same protocol but without estrogen injection (CIDR). Both groups were inseminated at fixed time (forty-eight hours after implant withdrawal). Data were analyzed by a logistical regression and test of proportions was analyzed by Chi square. Twenty-eight animals of CIDR+BE showed better estrus activity (60%) in comparison with CIDR group (13%) ($P<0.05$). Ovulation response was different ($P<0.05$), CIDR+BE was 13% and CIDR was 8%. Pregnancy rate was similar for both groups, CIDR+BE was 13% and CIDR was 8%. Cows with 6 years of age, three calvings and seventy-four days postpartum treated with estrogens showed a better response of estrus and ovulation ($P<0.05$). It is concluded that the administration of estrogens improve estrus response and ovulation rate, but the pregnancy rate was similar all animals. For this reason it is important to consider other factors such as nutrition and farm management.

Key words: DUAL PURPOSE, CIDR, NATURAL PROGESTERONE, OESTRADIOL BENZOATE, OESTRUS, OVULATION.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la ganadería en el mundo viene realizando transformaciones en su forma de explotación, tratando de ser más eficientes, competitivos y productivos. En los países en desarrollo la economía agropecuaria se ve inmersa en hacer producir más a los pequeños productores situados en las zonas tropicales del sistema doble propósito, dicha producción proviene de franjas marginadas, no sólo en su localización, sino también por políticas inapropiadas de los gobiernos, los cuales incorporan procesos tecnológicos inconvenientes en su afán de acercamiento a estas comunidades, desarrollando así, tecnologías propias de países industrializados.

Durante las últimas décadas, las explotaciones lecheras en las zonas tropicales, en su afán por mejorar la calidad de sus bovinos, han venido realizando una serie de cruzamientos entre las razas europeas (Holstein y Pardo Suizo) y las razas cebuinas o nativas, tratando de combinar las bondades del alto potencial genético para producir leche que ofrecen las primeras, con la excelente adaptabilidad a las condiciones desfavorables del trópico, de las segundas, originando un ganado de leche que comúnmente conocemos como mestizo, en un sistema doble propósito, el cual carece de uniformidad, en lo referente a su color, tamaño, tipo, capacidad productiva y reproductiva (Rincón, 1991).

Es importante resaltar que una característica técnica del sistema doble propósito es su flexibilidad. Este concepto se refiere a la capacidad que tiene de ajustar sus niveles de producción de carne y leche, dependiendo del comportamiento del precio relativo. El productor sin necesidad de grandes cambios técnicos en su esquema de producción puede enfatizar en la obtención de uno u otro producto cuando cambian las circunstancias económicas; este sistema

contribuye con más del 70% de la producción de leche en Venezuela, 50% en Colombia, entre el 20 – 30% en México, Bolivia, Ecuador y Perú (Román, 1995; Rivas y Holmann, 2002; González-Stagnaro, 2002).

En México la explotación del ganado doble propósito se realiza en las regiones del trópico húmedo y seco principalmente, en los estados de Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Tabasco, Yucatán, Quintana Roo, Campeche, Tamaulipas, San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla, Michoacán, Sinaloa, Nayarit, Jalisco y Colima, utilizando razas Cebuinas y sus cruces con Suizo, Holstein y Simental. El manejo de los animales se efectúa en forma extensiva, basando su alimentación en el pastoreo con el mínimo de suplementación alimenticia, cuentan con instalaciones adaptadas, empleando para su construcción material de la región; la ordeña la realiza por lo general en forma manual. En este sistema la leche se constituye la principal fuente de ingresos para mantener la operación de la explotación hasta la venta de los animales para carne, aunque paulatinamente se han ido conformando explotaciones con el carácter comercial de producción de leche. Por lo general las prácticas de medicina reproductiva y preventiva, el mejoramiento genético y el manejo de los recursos forrajeros tienen un gran margen de ser mejorados en este sistema de producción (SAGAR, 2000).

Asimismo, la explotación ganadera en el trópico mexicano es una gran opción de desarrollo pecuario y de alimentación para la población, aproximadamente el 50% de las vacas en producción láctea se encuentran en estas zonas; aunque sólo son capaces de aportar un 25% de la producción de leche, debido a su manejo tradicional en donde la finalidad de este es la producción de becerros para la engorda (Rodríguez, 1976).

Los parámetros productivos y reproductivos de la ganadería existente en el trópico, indican que los recursos forrajeros, de subproductos de cosecha disponibles no se aprovechan eficientemente, observándose promedios de intervalo entre partos de 447 días, 34.7 meses de edad al primer parto, así como 3.4 partos en la vida productiva de los vientres y 45 a 55% becerros destetados. El intervalo entre el parto y la presentación del primer calor postparto, influye sobre el intervalo parto-concepción y porcentaje de natalidad, incrementando los días abiertos (Rivera *et al.*, 1989).

Una estrategia para aumentar en el trópico la producción lechera rápidamente es la utilización de vacadas F1, incorporadas mediante la transferencia de embriones o por inseminación artificial a la ganadería cebú existente en la zona, siendo una opción factible, no sólo debido a su ganancia conocida, sino a su grado de heterosis que presentan estos animales F1, en donde su importancia, no sólo radica por el rendimiento de leche, sino también para otros factores económicamente fundamentales como son: la longitud de la lactación, vida de los animales, la proporción de la mortalidad, el precio de vacas de desecho, temperamento, edad y peso a la pubertad y resistencia a ectoparásitos (Madalena, 1993).

Uno de los objetivos de un programa de manejo reproductivo en un establecimiento ganadero está orientado a obtener óptimos parámetros reproductivos, buscando alcanzar una máxima eficiencia para garantizar el retorno económico. La búsqueda de elevados índices de producción asociados con una alta eficiencia reproductiva, deben ser las metas fijadas por los productores para mejorar su productividad y un satisfactorio retorno económico. Sin embargo, existen factores que dificultan la posibilidad de alcanzar las metas fijadas, entre los

que podemos considerar las deficiencias del nivel nutricional y las diferencias de manejo de los animales en cada uno de los establecimientos (Arthur *et al.*, 1996).

Igualmente para mejorar el sistema doble propósito éste debe de ser sostenible y competitivo mediante un incremento de la productividad y de la eficiencia reproductiva. Por ende debemos de conseguir más gestaciones en el menor tiempo posible con menor número de inseminaciones, Asimismo, para que este sistema sea rentable los intervalos entre partos deben de ser de 12 a 13 meses, destetar un becerro al año, aumentar la producción de leche del sistema bajo pastoreo de 700 kg a 2024 kg o más por lactancia. El objetivo final es conseguir una gestación en un periodo óptimo que oscila entre los 90 y 130 días (Esslemot, 1992; Pérez *et al.*, 2001; Román, 2001; González-Stagnaro, 2002; Murcia, 2002); para acercarnos un poco a este ideal requerimos intervenir los sistemas de producción.

Se considera que para lograr este intervalo es necesario que la vaca comience a mostrar estros fértiles antes del día 50 postparto. Un aspecto importante relacionado con los días abiertos, muestra al grupo de vacas de primer parto como las de mayor problema (más de 500 días) en comparación con las vacas de más de dos partos (Schelenberg y Weniger, 1985; Navarrete *et al.*, 1995).

Asimismo en el sistema doble propósito, el anestro postparto es una de las principales causas que afecta la eficiencia reproductiva y productiva en las regiones tropicales, siendo de 150 – 250 días (Galina y Arthur, 1989b)

Un recurso para reducir el número de días abiertos, es la manipulación del ciclo estral, induciendo el estro por métodos hormonales, tratando de contrarrestar

el efecto negativo de deficientes condiciones de manejo y alimentación; el estro ha sido sincronizado o inducido en el ganado con progestágenos, prostaglandinas (PGF₂ α y sus análogos), combinaciones de progesterona y estrógeno, así como de progesterona y prostaglandina (Odde, 1990). Otro tratamiento consiste en la combinación del amamantamiento restringido y el uso estratégico de fármacos.

Recientemente se ha implementado el uso de un dispositivo aplicado intravaginalmente el cual contiene 1,9 gr de progesterona natural de liberación prolongada (CIDR, Inter Ag, New Zealand), el cual tiene ventajas comparativas con respecto a otros métodos de sincronización utilizados en vacas y vaquillas, entre ellos su fácil aplicación, su alto nivel de retención con un 98% a 99% en un periodo de 4 – 15 días (Macmillan *et al.*, 1991).

Este dispositivo se ha implementado en ganaderías intensivas en la sincronización del estro en vacas, obteniendo buenos resultados. Cuando esta metodología se utiliza en animales en anestro se obtienen resultados variables. En algunos casos, las vacas ovulan pero sin estro o presentan estro y no ovulan (Díaz *et al.*, 2002), en otros casos no se logra inducir ovulación (Jiménez, 1997) y en el resto se produce un estro completamente normal (Díaz *et al.*, 2002).

Asimismo, si se implementa un tratamiento hormonal efectivo para reiniciar la actividad ovárica en el sistema, éste nos puede proporcionar beneficios económicos considerables para la explotación, ya que si reiniciamos las vacas a los 60 a 90 días y logramos que queden gestantes, permitimos acortar el intervalo entre parto obteniendo terneros cada año; además que el mejoramiento de la natalidad en el sistema doble propósito tiene un gran impacto en el ingreso del productor, ya que por cada unidad porcentual de mejoramiento en este parámetro,

el ingreso adicional nos puede representar en US\$978 año (Fike *et al.*, 1997; Torres *et al.*, 1999)

Por lo anterior, la finalidad del trabajo fue reducir los días abiertos de vacas doble propósito ubicadas en el trópico Mexicano, mediante la utilización exógena de progestágenos (CIDR) con la aplicación o no de benzoato de estradiol y utilizando inseminación a tiempo fijo de 48 horas post-retiro del progestágeno (CIDR) con total independencia de la detección de estros.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DEL SISTEMA BOVINO DOBLE PROPÓSITO.

A nivel mundial, las regiones tropicales se distribuyen de manera parecida entre el trópico ecuatorial y el trópico exterior. El área cubre una superficie de alrededor de 16.5 millones km², aproximadamente el 11% de la superficie terrestre. En el hemisferio occidental se encuentra menos de la tercera parte de las regiones tropicales. El 70% de los trópicos del hemisferio occidental está en el hemisferio sur y el 61% en la región ecuatorial (Baumgartner y Reichel 1975).

En la ganadería tropical coexisten múltiples sistemas de producción en diferentes pisos térmicos, distintos grados de intensificación y ubicados en ambientes socioeconómicos de muy diversa naturaleza. Pero dentro de esta amplia gama sobresale por su magnitud y dinámica de crecimiento el doble propósito o producción mixta de carne y de leche. Se estima que aproximadamente el 78% del inventario de vacas lecheras de la región se ubica dentro de este sistema y que el mismo aporta cerca de un 40% de la oferta regional de leche. Desde el punto de vista socioeconómico es pertinente resaltar que en los sistemas ganaderos mixtos predominan los pequeños y medianos productores, con recursos físicos, técnicos y financieros muy limitados (Rivas, 1992).

El sistema doble propósito, definido como el conjunto de componentes productivos donde se tiene en cuenta la nutrición, reproducción, genética, sanidad y los aspectos socioeconómicos, políticos y culturales que caracterizan a un sistema integrado de producción de carne y leche, este sistema se basa en el pastoreo directo y en la utilización de ganado de cruas indefinidas, en donde la sangre cebuina casi siempre es predominante. (Vera *et al.*, 1996).

Los cruzamientos de ganado Europeo x Cebú de doble propósito (leche y carne) se han llevado desde varias décadas en diversas partes del mundo, especialmente en zonas tropicales, el cual ha demostrado, que para implementar planes de desarrollo de ganadería lechera con el uso de razas puras es inoperante, costoso e irracional, por ser poco adaptables y muy dependiente de insumos costosos. En medios tropicales, la presión ambiental y socioeconómica ha derivado la necesidad de desarrollar una ganadería bovina de doble propósito en pastoreo, aprovechando su rusticidad, capacidad de pastoreo y resistencia a temperaturas elevadas (Gasque y Ochoa, 1996; González-Stagnaro, 2002).

Holmann *et al.* (1990) publicaron datos comparativos de los costos de producción e ingresos generados por vacas Holstein en zonas altas de Venezuela, y por animales cruzados en el trópico bajo. Se demostró que aún en las zonas climáticas más favorables para ellas, las vacas europeas generaron menos ingresos que las cruzadas en zonas bajas. Las dos conclusiones principales de esta línea de investigación fueron: 1) vacas de razas europeas puras generalmente no generan sus propios reemplazos en el trópico bajo, debido a sus problemas reproductivos y de sobrevivencia. Estos problemas incrementan grandemente los costos de producción. 2) Por lo tanto, no es recomendable su uso para proyectos de desarrollo rural en el trópico bajo, ni para la producción de leche a precios razonables para el consumidor típico de países tropicales.

Un elemento clave para el adelanto tecnológico y productivo de los sistemas de producción doble propósito es el desarrollo de nuevas alternativas tecnológicas viables para estos productores con tan limitados recursos. El mejoramiento de los esquemas de alimentación en estos sistemas aparece como una de las grandes prioridades, ya que su producción se basa principalmente en el pastoreo extensivo

tradicional y frecuentemente se trata de pasturas antiguas, sobrepastoreadas y en avanzado estado de degradación (Rivas y Holmann, 2002).

Estudios efectuados en Colombia, Venezuela y Brasil (Ramírez y Seré, 1990; Rivas y Holmann, 2000) han encontrado evidencias que señalan que en la medida en que los sistemas ganaderos se intensifican a través de la utilización de pasturas mejoradas (calidad y capacidad de carga), la disponibilidad de ganado se va convirtiendo progresivamente en uno de los limitantes más importantes para incrementar la producción. En muchos casos se ha observado un mejoramiento evidente en la condición y producción de biomasa de las pasturas, sin que se produzcan aumentos significativos en la carga animal de la finca.

2.2. PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y REPRODUCTIVOS DEL SISTEMA DOBLE PROPÓSITO

En América Latina Tropical los sistemas ganaderos presentan alto grado de heterogeneidad y en ellos se puede observar un gradiente creciente de productividad en la medida en que se intensifican, a partir de cambios en las fuentes de alimentación de los vacunos. Aldana (1990) los clasifica de acuerdo a la base forrajera empleada y a las actividades ganaderas desarrolladas, aunque el cuadro presenta datos exclusivamente a sistemas ganaderos colombianos, se considera que mucho de estos patrones se reproducen con gran similitud en otras áreas del trópico latinoamericano. Cuadro 1.

Se observa que el sistema de doble propósito aparece en todos los sistemas de alimentación, exceptuando aquellos que representan los dos extremos en la escala de intensificación: El método de confinamiento y el extractivo.

En términos muy generales se puede plantear que para adelantar el doble propósito se utilizan recursos forrajeros de calidad intermedia a baja, con un muy moderado nivel de intensificación (Rivas y Holmann, 2002).

Cuadro 1 Sistema ganaderos en Colombia: Métodos de alimentación, actividades, inventario ganadero y áreas en praderas

Método de alimentación	Actividades Más Frecuentes 1/	Proporción del: (%)	
		Inventario	Área en Pastos
Pastoreo extensivo tradicional: Pastoreo en gramas naturales y/o en pasturas introducidas degradadas.	C,CL,CC,DP	61.5	48.0
Pastoreo extensivo mejorado: especies de gramíneas mejoradas frecuentemente asociadas con leguminosas.	C, CC, CE, DP y LE	28.4	14.9
Pastoreo intensivo suplementado: pastoreo intensivo sobre pastos mejorados con adición de pastos de Corte, residuos de cosechas y en ocasiones alimentos Concentrados	CE, DP, LE	3.5	0.7
Confinamiento: Estabulación, pasto de corte y concentrados	CE, LE	0.1	0.0
Extractivo: Ubicados en suelos de muy baja calidad, los vacunos crecen libre y en forma natural, dentro del ecosistema	CL	6.5	36.4
En 2001 Inventario total: (millones de cabezas) Área total en pasturas: (millones de has)		28.4	40.9

1/ C: cría, CL: cría y levante, CC: ciclo completo (cría, levante y ceba), DP: doble propósito, CE: ceba, LE: lechería especializada
Fuente: Aldana (1990) y FAO (2002).

En el cuadro 2 se presenta la evolución de indicadores de productividad en fincas ganaderas del Caquetá Colombia, en donde se evidencia que los productores de la zona, aumentando el capital en instalaciones y equipo de un 16% a un 27%, mejoraron los indicadores de natalidad en un 5%, la producción de leche vaca/lactancia se mejoró en un 31%, el inventario ganadero aumentó en 18%, todo esto permitió establecer que el rubro de inversión que más creció fue el de

infraestructura de cercas, lo que sugiere que la introducción de pastos mejorados implicó más divisiones en los potreros, asociadas con cambios en el manejo de las praderas y del ganado. Esto nos demuestra que la productividad de las fincas con algo de inversión se puede mejorar los índices productivos, aunque no lleguen a ser los más eficientes para el sistema (Rivas y Holmann, 2000).

Cuadro 2. Evolución de indicadores de productividad en fincas ganaderas del Caquetá, Colombia

Indicadores	1986	1997
Tasa de natalidad %	61	64
Mortalidad de terneros %	9.5	11
Mortalidad de adultos %	2.7	3.6
Producción/vaca/lactancia(lts)	577	760
Producción de leche/vaca/día de lactancia (lts)	2.4	3.2
Area en pastos mejorados (ha)	34	90
Inventario Total (cabezas)	121	143
Proporción de pasturas nativas (%)	65	30

Rivas y Holmann (2000)

En cuanto a los parámetros reproductivos como lo muestra el cuadro 3, proveniente de ganaderías del sistema doble propósito en las regiones tropicales, denota que la edad al primer parto se da entre los 3 años, sin embargo los prolongados días vacíos alargan el intervalo entre partos, lo cual ha sido atribuido al esfuerzo que la lactancia impone a estos animales.

Cuadro 3. Parámetros reproductivos en fincas de DP en el trópico

Indicadores	Valor
Natalidad (%)	45-50
Edad primer parto (meses)	32-40
Días vacíos	159-232
Interpartos (días)	444-520
Involución Uterina (días)	26

Padilla *et al.*, 1982; Román, 1986; Martínez *et al.*, 1988

En la ganadería mestiza de doble propósito, uno de los objetivos primordiales del ganadero es la existencia de hembras que tengan un becerro cada 12 o 13 meses y que, bajo un sistema de alimentación a pastoreo y suplementación durante el ordeño, produzcan entre 2000 y 3000 litros en lactancias no inferiores a 9 meses (Dziuk y Bellows, 1983). Para mantenimiento de un intervalo de interparto de 365 días, se requiere que las vacas expresen estro y conciban dentro de 83 días después del parto (Rhodes *et al.*, 2001). Sin embargo es práctica del ganadero y técnico de campo, la selección de las hembras en función de la producción láctea y poco se ha tomado en cuenta la fertilidad o la conducta reproductiva del rebaño; ello sin lugar a dudas, ha llevado a uno de los principales problemas de la ganadería tropical como es: los largos intervalos entre partos.

El nivel productivo en el cual se buscan hacer intervenciones a lo largo de la cadena productiva en que está inserta la producción campesina, tiene como objetivo generar mayor valor agregado o en su defecto capturar una mayor parte del excedente generado por ella. Todo esto está condicionado por un factor que limita la productividad de la ganadería, el cual es el largo período de anestro postparto (Jaeger *et al.*, 1987; Bastidas *et al.*, 1984).

2.3. ANESTRO POSTPARTO

El principal factor que provoca un mayor intervalo entre partos, es el anestro postparto, que generalmente tiene una etiología muy variada. El anestro postparto es definido como el intervalo durante el cual las vacas no presentan signos de estro después de haber parido. La condición de anestro está asociada con ovarios estáticos, de tal manera que aunque existe desarrollo folicular, ninguno de los folículos ováricos que inician su crecimiento durante esta fase alcanza su maduración para llegar a ovular. Como resultado del desarrollo

incompleto de los folículos, la ovulación no ocurre mientras la condición de anestro esté presente, y por tanto disminuye la fertilidad. El anestro está asociado con una concepción, y tasa de preñez baja (McDougall, 2001). Los prolongados periodos de anestro postparto mayores de 150 días son característicos de vacas ubicadas en las regiones tropicales, siendo la mayor limitante para alcanzar la meta de ideal de los 12 meses de intervalo entre partos (Rivera *et al.*, 1989). Esta situación depende en gran medida del restablecimiento del ciclo ovárico postparto, que a su vez depende de la condición corporal, practicas de amamantamiento, producción de leche y enfermedades (Galina y Arthur, 1989a).

La interacción entre el parto, el amamantamiento, la ingestión de nutrientes, cambios en el peso corporal y condición corporal al parto afectan el intervalo de tiempo transcurrido desde el parto a la primera ovulación (Richards *et al.*, 1989). Fallas, (1987), reportaron que en animales Holstein x Cebú, el primer ciclo ocurre cerca de los 93 días postparto, dependiendo del tipo de amamantamiento de los becerros. Ramírez *et al.* (1992), encontraron que en animales de primer parto en clima tropical el primer estro postparto ocurrió en 56 ± 32 días, y la primera elevación de progesterona fue observada en el 50.8% de los animales en 42 ± 27 días.

Se ha determinado que los factores más importantes que intervienen el reinicio de la actividad ovárica postparto son la nutrición (Dunn y Kaltenbach, 1980; Perry *et al.*, 1991; Butler 2000; Markusfeld *et al.*, 1997; Ponter *et al.*, 1997) y el amamantamiento (Hoffman *et al.*, 1996); también se han propuesto diferentes causas de anestro que destacan como la raza, edad de la vaca (Wilbank, 1970), tipo de parto (distocia) (Bellows y Short, 1978; Laster *et al.*, 1973), velocidad de involución uterina (Madej *et al.*, 1984) y presencia del toro (Custer *et al.*, 1990).

2.3.1. FACTORES QUE AFECTAN EL REINICIO DE LA ACTIVIDAD OVÁRICA

2.3.1.1. Raza

Las razas lecheras poseen una duración del periodo de anestro postparto más corto que las razas de carne, sin embargo cuando las vacas lecheras son sometidas al régimen de explotación de amamantamiento este intervalo parto primer servicio se hace más largo. Esto indica que la diferencia fundamental entre las razas en cuanto a la duración del período de anovulación postparto es un problema de manejo y no fisiológico (Pedroso y Roller, 1998).

Asimismo, Román *et al.*, (1983) determinaron el comportamiento reproductivo de ganado bovino lechero en clima tropical, en donde sugieren que en este clima, el comportamiento reproductivo de las vacas Pardo Suizo es mejor que las vacas Holstein, donde se manifestó con un menor período parto primer calor, un menor periodo parto-concepción, un menor número de servicios concepción, un mayor porcentaje de concepción y un menor periodo interparto. En donde concluyen que en condiciones de clima tropical húmedo la raza afecta la respuesta en su desempeño reproductivo.

2.3.1.2. Edad

El número de partos es importante, ya que existen diferencias entre vacas multíparas y novillas de primer parto. En las novillas la primera ovulación postparto es a los 112 días con rangos de 61 a 142 días, mientras que en las vacas sucede a los 46.1, con rangos de 40 a 57 días. El primer estro se observa en las novillas a los 89 días y en las vacas a los 74 días, encontrándose diferencias estadísticas entre ambos tipos de animales. En cuanto a la formación del primer folículo mayor

de 14 mm, en las primíparas se observó que ocurría a los 69.8 ± 23.9 y en las multíparas a los 33.6 ± 6.6 días (Dimmick *et al.*, 1991).

2.3.1.3. Época

En países cálidos el anestro postparto es frecuente durante la estación de pocas lluvias y esto puede ocurrir tanto para las razas *Bos indicus* como para las *Bos taurus*. Los efectos del clima sobre el comportamiento reproductivo afectan la eficiencia productiva del hato y son muy importantes en zonas tropicales y subtropicales donde es mayor el impacto del ambiente. Este efecto estacional puede estar condicionado en algunas regiones, más que por los factores climáticos por limitaciones en la disponibilidad de alimento (Kinder *et al.*, 1997).

En los climas templados, los partos que ocurren durante el invierno o inicio de la primavera muestran un periodo más largo entre parto al primer servicio (Peters y Lamming, 1984), contrario a lo que sucede en las que paren al final de la primavera. En general existe la tendencia de emplear una o varias estaciones para apareamiento en aras de contrarrestar los efectos de la estación.

Asímismo, el estrés térmico afecta la reproducción del ganado lechero a través de varios mecanismos fisiológicos, estos incluyen alteraciones durante el estro, la concepción, función uterina, estado endocrino, en las etapas iniciales del desarrollo embrionario y crecimiento fetal (Collier *et al.*, 1982). La temperatura crítica varía con la raza. El estrés calórico alarga el ciclo estral, acorta el periodo de estro entre 5 y 6 horas y se hacen frecuentes los estros silentes (Du Preez *et al.*, 1990,1991; Schroeder y Suárez, 1991).

La tasa de concepción (TC) disminuye drásticamente cuando la temperatura del aire un día después de la inseminación excede los 21°C según Du Preez *et al.* (1990), y 30°C según Badinga *et al.* (1985), los cuales determinaron que las novillas presentaron una TC del 50% a comparación de las vacas en estado de lactancia que la mantuvieron en un 34%; los animales de raza Holstein tuvieron la más baja TC (39%) confrontada a la de vacas Jersey (45%) y Pardo Suizo (41%). La TC por inseminación artificial puede estar en una rango de 55% en meses de baja temperatura ambiental y humedad relativa, pero en los meses de verano alcanza niveles del 10% (Ingraham *et al.*, 1974). La radiación solar es otro factor que afecta la TC de manera significativa según lo reportado por Gwazdauskas *et al.*, (1975), la exposición de 300 a 800 Langleys ocasiona una disminución en la TC de 39.5 a 26.0% respectivamente. En general, el periodo más crítico para la fertilidad parece ser del día del estro, el día de la inseminación y a los 15 días siguientes. Se ha mostrado que el aumento de 1°C en la temperatura rectal en vacas 12 horas después de la inseminación, reduce la tasa de gestación de 61 a 45%. Si la temperatura uterina aumenta 0.5°C en el día o un día después de la inseminación, la tasa de concepción decrece 13 y 7% respectivamente (Dunlap y Vincent, 1971; Badinga *et al.*, 1985).

Los cambios de temperatura en el medioambiente afectan el medio interno del animal, lo que se refleja en cambios en la fertilidad; en este sentido es importante la relación entre el microambiente uterino y la viabilidad del embrión. Experimentos desarrollados por Gwazdauskas *et al.* (1973), muestran que la temperatura uterina el día de la inseminación y un día después de ésta, se asocia negativamente con la tasa de concepción. Un aumento de 0.5°C por encima de la temperatura el día de la inseminación (38.6°C) y un día después (38.3°C), disminuye la tasa de concepción 12.8% y 6.9% respectivamente.

Igualmente, el ganado bovino se ha visto afectado por las variaciones ambientales a nivel hormonal, donde los rangos normales se ven alterados e interfieren con el funcionamiento de los procesos reproductivos en los cuales intervienen, por ejemplo, la progesterona en el plasma aumenta a altas temperaturas ambientales, se presenta un ligero aumento en la concentración de cortisol durante la fase lútea, igualmente la secreción de Hormona Luteinizante disminuye y hay reducción de los niveles normales de estrógenos en el plasma antes del estro, reduciendo la (TC) (Collier *et al.*, 1982; Schroeder y Suárez, 1991).

Con respecto a la relación de varios factores climáticos (temperatura media, precipitación pluvial, viento, radiación solar, etc.), y la fertilidad; se estima que en condiciones subtropicales la temperatura ambiental máxima el día de la inseminación es el factor ambiental que más se relaciona con el comportamiento reproductivo (Gwazdauskas *et al.*, 1975). En condiciones tropicales, sin embargo la combinación de factores como temperatura y humedad relativa pueden ser más críticos para la fertilidad.

2.3.1.4. Amamantamiento

La lactación y el continuo amamantamiento del becerro han sido señalados como efectos alargadores del intervalo entre el parto y el primer estro ovulatorio en las hembras bovinas, de varios países del continente americano (Piña *et al.*, 1986; Randel, 1981; Humphrey *et al.*, 1983; Jiménez y De los Santos 1986). La acción que ejerce el amamantamiento y la frecuencia de ordeño han sido estudiada ampliamente, donde los resultados informados por Short *et al.* (1990) y Williams (1990) demuestran que la presencia del tejido mamario y el amamantamiento retrasan la aparición del primer estro postparto, además que los factores medioambientales también pueden alterar la actividad ovárica a nivel del

sistema nervioso central, ovárico o de otros órganos, uno de los efectos más notables es la supresión de la liberación de GnRH por el hipotálamo.

Con base en el conocimiento del efecto inhibitorio que ejerce el amamantamiento sobre la actividad ovárica (Lamb *et al.*, 1997) se han propuesto diversas prácticas de manejo del mismo, a fin de mejorar los parámetros reproductivos. Las más conocidas son el destete precoz, el destete temporal y la lactación controlada. Hardin y Randel (1983) observaron que el anestro postparto se redujo en 99 días en las vacas con terneros que mamaban una sola vez al día por 30 minutos que las vacas con crías que mamaban normalmente.

Bastidas *et al.* (1984) encontraron que la reducción del amamantamiento a dos ocasiones al día, desde los 30 días postparto, mejoró significativamente el porcentaje de gestación en ganado cebú. En un estudio similar Randel (1981) detectó una diferencia de 72 días en el intervalo parto-concepción a favor de las vacas que fueron controladas en su lactancia.

Segura y Rodríguez (1987) lograron incrementar los porcentajes de fertilidad, utilizando el destete temporal por 48 h más la lactancia controlada 2 veces al día. En un estudio posterior los mismos autores trabajando con ganado cebú, encontraron porcentajes de fertilidad a 60 y 90 días de empadre, significativamente mayores para el tratamiento con lactación controlada una vez por 30 días.

Wright *et al.* (1994) estudiaron la influencia de la hembra en estro en la duración del anestro postparto en vacas de carne con y sin ternero al lado y con y sin exposición a otras vacas en estro. Los resultados mostraron que no hubo diferencia de vacas ciclando al día 50 postparto pero al día 91 la diferencia fue

significativa ($p < 0.05$) a favor de las vacas sin ternero y con exposición a otras vacas en estro.

En vacas cruzadas (*Bos indicus* × *Bos taurus*), la restricción del amamantamiento a uno (Williams, 1990) o dos periodos al día (Tegegne *et al.*, 1992) reduce la duración del anestro comparado con el amamantamiento *ad libitum*. Sin embargo, se desconoce el efecto de la frecuencia del amamantamiento sobre la duración del periodo anovulatorio en vacas que llegan al parto con diferente condición corporal (alta o baja) y la mantienen durante el postparto.

Se ha descrito el mecanismo mediante el cual el estrés del amamantamiento ejerce un efecto negativo sobre las funciones reproductivas (Williams, 1990; Murphy *et al.*, 1991) y se resume en los siguientes aspectos.

- Marcada inhibición de la liberación pulsátil del GnRH por el hipotálamo y por consiguiente de la LH por la hipófisis.
- Disminución de las reservas de la LH en la hipófisis.
- Incremento de la secreción de glucocorticoides, los opiáceos endógenos y catecolaminas que ejercen una acción inhibitoria sobre la secreción de la LH por la hipófisis.
- Cambios significativos en el crecimiento, el desarrollo y la maduración de los folículos, caracterizados por el incremento de los folículos pequeños y medianos e inhibición del desarrollo y el aumento de la atresia de los grandes folículos.

2.3.1.5. Nutrición

La influencia del nivel de alimentación sobre la reproducción ha sido ampliamente estudiada, estableciéndose su actuación en varios puntos del sistema

reproductivo (Butler, 2000). Igualmente varios investigadores han dado importancia a las condiciones de manejo nutricional pre y postparto en los rebaños bajo estudio, publicando trabajos donde se reportan también los efectos de raza y condición cárnica sobre el primer ciclo postparto y otros parámetros, que en consecuencia, dan una inadecuada eficiencia reproductiva, al obtenerse bajos índices de preñez en vientres para producción de carne (Wiltbank *et al.*, 1962; Wiltbank *et al.*, 1964).

Existe evidencia de que bajo condiciones prácticas de explotación, una alta proporción de vacas y novillonas se encuentran en anestro al inicio de la época del programa reproductivo, dependiendo del estado nutricional, ya que los niveles bajos de energía durante el crecimiento, antes y después del parto, inhiben la aparición del estro y reducen la fertilidad en los pocos animales que lo presentan bajo estas condiciones nutricionales deficientes (Anta *et al.*, 1989; Peña, 1993). Por lo tanto, la suplementación debe considerarse como una estrategia en beneficio de la eficiencia reproductiva del hato, debiéndose considerar el tipo y duración de la suplementación, el tipo de animal a suplementar y los ingredientes a utilizar, ya que existe cierta controversia en relación a definir el suplemento más adecuado (McDowell *et al.*, 1996). Sin embargo, es interesante notar que la suplementación favorece el desempeño reproductivo postparto, sin embargo, no se ha establecido cuándo es mejor suplementar: antes o después del parto o en ambos casos.

Por otro lado, se ha encontrado que bajo condiciones del trópico existe una marcada época de producción de leche, siendo mayor en las lluvias (68%) en donde los volúmenes lácteos repercutirán con la actividad ovárica, ya que ésta se correlaciona significativamente con los días abiertos. Además, se comprueba cierta interrelación entre atrofia ovárica y mayor producción (Aluja y McDowell, 1984). Si

se tienen producciones mayores a 8 kg diarios por vaca es necesario suplementar, ya que el pasto sólo cubrirá en una corta temporada las necesidades nutricionales (Iturbide, 1989). González (1979), estudiando diferentes razas (Pardo suizo, Holstein, Cebú y Mestizo) y su relación con el intervalo parto primer estro, encontró que a mayor producción el intervalo se alarga.

La evaluación de la condición corporal es una manera efectiva de medir la cantidad de energía metabolizable almacenada como grasa y músculo en un animal vivo (Edmonson *et al.*, 1989). Así, las vacas que logran mantener buena condición corporal después del parto presentan mayor función hipofisaria y mejor potencial reproductivo que se traduce en un rápido retorno al estro postparto (Rutter y Randel, 1984).

El plano nutricional antes y después del parto ejerce una influencia marcada en la duración del anestro después del parto. La nutrición actúa mediante un complejo de factores tales como la calidad y cantidad de los alimentos, el consumo, las reservas corporales y la competición de los nutrientes para otras funciones fisiológicas además de la reproducción (Schillo, 1992).

Existe evidencia de que el estado nutricional del ganado influye fuertemente en los resultados que se obtienen en los programas de sincronización de estros (Stevenson *et al.*, 1987) ya que una buena alimentación, salud y manejo son prerequisite para la implementación de un programa de sincronización de estros mediante cualquiera de los métodos actualmente conocidos, por lo que la suplementación alimenticia previa a los programas de sincronización del estro es una práctica frecuentemente utilizada (McGrath *et al.*, 1985).

Se ha reportado que una baja expresión del estro y pobres resultados en programas de sincronización de estros están asociados con el inconsistente

crecimiento y maduración de los folículos ováricos debido a un balance negativo de energía (Stevenson *et al.*, 1987).

La reducción en la ingestión de nutrientes da como resultado una pérdida de peso y condición corporal, disminución de la actividad lútea y el cese de ciclos estrales (Richards *et al.*, 1989). Las reservas de grasa corporal regulan la secreción de las hormonas hipotalámicas e hipofisarias que controlan la función del ovario; si las vacas están delgadas al parto, las señales hormonales para estimular al ovario y el inicio del ciclo estral no son liberadas, en consecuencia se amplía el intervalo postparto (Rivera *et al.*, 1989). También se ha observado algunos compuestos metabólicos que actúan sobre el eje hipotálamo-hipófisis-ovario cuando el estado nutricional del animal disminuye (Randel, 1990).

Por otra parte, la nutrición es un segundo factor que probablemente está involucrado en la regulación de la liberación de GnRH y por lo tanto, en la secreción y en la frecuencia de los pulsos de LH. La interacción entre el balance energético y la secreción pulsátil de LH en las vacas durante el periodo postparto temprano, sugiere que la frecuencia de los pulsos de LH aumenta conforme avanza el tiempo postparto (Canfield y Butler, 1990). Sin embargo, en un programa efectuado durante dos temporadas de partos, que involucro a los mismos animales, se concluyó que las vacas tuvieron que alcanzar el nadir de su peso corporal antes de reiniciar la actividad ovárica en un 85% de los casos estudiados (Soto-Camargo, 1999).

Los informes de la literatura indican que los estados de subnutrición antes o después del parto con diferentes características influyen de acuerdo con su magnitud (Randel, 1990). Cuando son moderados, retrasan la ciclicidad postparto mediante la disfunción de los mecanismos responsables de la maduración final de

los folículos o la ovulación sin un marcado efecto sobre el crecimiento de los folículos preovulatorios. Mientras el efecto de la subnutrición severa o crónica ocasiona una reducción en el número de folículos >5 mm o los grandes folículos >8 mm que pueden producir estradiol. Además aumentan la persistencia de éstos por más de 8 días (Jolly *et al.*, 1995). Este hecho es importante por que es el origen de los fracasos de la aplicación de los métodos de inducción y sincronización del estro en vacas subalimentadas, dado que en estos casos ocurre la ovulación de un folículo persistente y de un ovocito incompetente que generalmente da origen a la mortalidad embrionaria (Nasim *et al.*, 1995).

De igual forma, la nutrición también puede afectar el diámetro del folículo dominante (Murphy *et al.*, 1991), así, en vacas con una baja condición corporal a pesar de observarse folículos grandes, éstos tienen una baja actividad de biosíntesis de estrógenos *in vitro* (Prado *et al.*, 1990). Por lo que la combinación de los efectos de los requerimientos nutritivos de la gestación y los efectos supresivos del amamantamiento son capaces de disminuir la frecuencia de los pulsos de LH en el periodo postparto temprano, haciendo que el folículo dominante no llegue finalmente a ovular y sé atresie (Stagg *et al.*, 1995).

Es conocido que las vacas antes del parto y después de éste sufren una reducción en el consumo de materia seca, por lo que la condición corporal se ve afectada, lo cual incrementa los días entre partos, Sinclair *et al.* (2002) observaron que la puntuación de la condición corporal al parto es más importante que el consumo de nutrientes seguidos del parto, en donde las vacas que paren con una buena condición corporal (3 en una escala de 0 a 5) tienen intervalos menores (48 días) entre partos y la primera ovulación en comparación con las vacas que paren con bajas puntuaciones de condición corporal (2) que ovulan hasta el día 58 postparto. De igual forma estas vacas con condiciones corporales pobres poseen

una baja capacidad de reclutamiento de los folículos y de las funciones esteroidogénicas con el consiguiente aumento de la atresia folicular y menor producción de estrógenos (Prado *et al.*, 1990).

Asimismo, Ryan *et al.* (1994) sugieren que la condición corporal seguida del parto está altamente correlacionada con el desarrollo folicular y la secreción de LH a nivel hipofisiario (Bossis *et al.*, 1999). Así vacas que tienen una buena condición corporal tienen una mayor probabilidad de reiniciar su actividad ovárica más rápido y por ende quedar gestantes más pronto (Gong, 2002).

Hay que recordar, que las hembras con cría al pie, tienen mayores requerimientos nutricionales que las vacas secas, si dichos requerimientos no son cubiertos, las hembras tenderán a perder peso y condición, afectándose la actividad ovárica.

2.3.2. MÉTODOS DE MANEJO PARA REDUCIR EL ANESTRO POSTPARTO

2.3.2.1. MÉTODOS NO HORMONALES

2.3.2.1.1. Presencia del toro

La introducción de machos a hembras previamente aisladas para comenzar la ciclicidad, se ha documentado bien en ovejas (Cushwa *et al.*, 1992; Wheaton *et al.*, 1992), cabras (Ott *et al.*, 1980), y después de destetar las cerdas (Walton, 1986). El efecto macho parece ser olfativo; aumenta los pulsos de LH (Martín *et al.*, 1980; Poindron *et al.*, 1980), e induce un pico preovulatorio LH y la ovulación.(Fabre-Nys *et al.*, 1993). El efecto del macho es independiente de los estrógenos ováricos (Knigh *et al.*, 1978). La exposición al toro de las vacas en el

postparto, puede acortar la duración de anestro postparto y/o aumentar la ovulación (Alberio *et al.*, 1987; Azzam *et al.*, 1991; Burns y Spitzer, 1992; Cupp *et al.*, 1993), pero los resultados no son consistentes, y hay variaciones entre los estudios debido a la estación del año, la proporción vaca/toro, la condición corporal al parto. El efecto promovido de la presencia del macho en el reinicio de actividad cíclica está enmascarado por la condición corporal buena que llegaban las hembras al parto (Stumpf *et al.*, 1992). Además, el efecto macho solo se logra si los toros montan inmediata y continuamente a las vacas después del parto. Sin embargo aún no se conocen todos los aspectos fisiológicos que explican este hecho (Custer *et al.*, 1990).

2.3.2.1.2. Destete

Con la finalidad de mejorar la fertilidad en las vacas se han implementado diferentes prácticas de manejo de la lactancia en el ganado de carne, tales como el destete precoz, la lactación controlada, el destete temporal o bien, la combinación de estas dos últimas; sin embargo existe poca información con respecto a la ventaja de la utilización de dichas prácticas en el ganado doble propósito. (Segura-Correa *et al.*, 2001).

El mecanismo por el cual el amamantamiento prolonga el anestro postparto se ha documentado ampliamente por diversos autores (Yavas y Walton, 2000). Desde que el anestro postparto está influenciado por el amamantamiento, una manera de promover la ciclicidad es el destetar los terneros después de que se restituyen los niveles de almacenamiento de la LH. El destete completo, destete temporal (48 a 96 h) o el destete parcial (restringiendo el amamantamiento una o dos veces por día) aumentan la descarga de GnRH (Gazal *et al.*, 1998), y aumenta la frecuencia de pulsos de LH (Edwards, 1985; Griffith y Williams, 1996; Hoffman

et al., 1996) y el número de receptores foliculares para LH (Walters *et al.*, 1982a) y FSH (Walters *et al.*, 1982b; Walters *et al.*, 1982c), esta respuesta fue seguida por la ovulación a los pocos días (Hoffman *et al.*, 1996; Lamb *et al.*, 1997; Bell *et al.*, 1998). El amamantamiento restringido una vez por día por 30 a 90 minutos (destete parcial) empezando en día 21 a 30 postparto reduce el anestro postparto (Bell *et al.*, 1998; Bluntzer *et al.*, 1989; Browning *et al.*, 1994; Hoffman *et al.*, 1996; Stagg *et al.*, 1998), considerando que restringir el amamantamiento dos veces por día no reduce su duración (Bastidas *et al.*, 1984; Lamb *et al.*, 1999).

Asimismo, se ha demostrado que el uso de destetes parciales de forma temporal pueden llegar a reducir los días de inactividad ovárica. Estas prácticas reducen significativamente los días abiertos de las hembras, mejorando con ello los parámetros reproductivos generales de la explotación debido a que el amamantamiento inhibe la secreción de los pulsos de LH (Galina y Arthur, 1989a) sin embargo la sola presencia de la cría puede desencadenar el efecto inhibitorio (Stagg *et al.*, 1998), al respecto Webb *et al.* (2003) evaluaron el tipo de destete sobre la actividad ovárica, índices de fertilidad y respuesta a la sincronización, sus resultados sugieren que en los animales a los cuales se les separó la cría pero que mantenían contacto visual y olfativo, los índices de fertilidad son superiores a los animales en los cuales se practicó el destete en el cual no tenían oportunidad de observar ni olfatear a su cría. Por otra parte el uso de métodos hormonales para la inducción del estro en vacas postparto ha tenido resultados muy variables, así con el uso de progestágenos más la inyección de estrógenos ha demostrado que en 50 al 60% de los animales anéstricos tratados existe la formación de un folículo maduro, aparición del pico preovulatorio de LH y la consecuente ovulación, sin embargo con este tipo de tratamientos se ha observado que la tasa de fertilidad es baja.

2.3.2.2. MÉTODOS HORMONALES

Dentro de los métodos hormonales que existe para el reinicio de la actividad ovárica en vacas anéstricas, sin lugar a dudas hay un buen paquete de fármacos en el comercio, por esto cuando aplicamos un tratamiento tendiente a solucionar el problema de anestro postparto, se debe considerar que es necesario un periodo previo de exposición a progesterona para que el sistema hipotálamo – hipofisiario desencadene los eventos hormonales que permiten que ocurra la ovulación (Dimmick *et al.*, 1991).

Se ha observado que en la primera ovulación postparto, así como en la que ocurre en novillas prepuberes, hay presencia de fases luteas cortas y ausencia de conducta estral, por lo tanto, en estos casos el principal objetivo al utilizar progesterona es el de preparar al cerebro y al útero a superar esta deficiencia, haciendo que la primera ovulación se acompañe de estrógeno y la subsecuente fase lútea sea de duración normal (Breuel *et al.*, 1993).

Cuando se inducen niveles altos de progesterona, se restringe el desarrollo folicular, sin embargo, cuando los niveles se reducen rápidamente logra completarse dicho desarrollo sustentado por FSH y LH, dando como resultado la síntesis y liberación suficiente de estradiol para producir un estrógeno con ovulación (Dimmick *et al.*, 1991). Los tratamientos sincronizadores con progestágenos se basan en la simulación de la vida funcional de un cuerpo lúteo (Macmillan y Burke, 1996).

Los progestágenos incluyen un grupo de sustancias que son similares a la progesterona. Estos compuestos están en el mercado desde hace varios años, inclusive desde antes que empezara la utilización masiva de $\text{PGF}_{2\alpha}$ para la

sincronización de estros. Podemos citar los progestágenos de administración oral como el acetato de melengestrol (MGA), que se administra usualmente mezclado con granos (Patterson *et al.*, 1989). Los tratamientos con progestágenos más comunes consisten en la inserción de un implante auricular, el cual contiene norgestomet (Brink y Kiracofe, 1988), estos son utilizados por un periodo de 9 ó 10 días. Junto con la inserción del implante, se coloca una solución oleosa por vía intramuscular (im) que contiene 5 mg de valerato de estradiol (VE, un estrógeno de vida media larga) y 3 mg de norgestomet. El propósito original de la solución oleosa era inducir la luteólisis con el valerato de estradiol y obtener altos niveles inmediatos de progestágenos con los 3 mg de norgestomet (Wiltbank *et al.*, 1965).

Actualmente se está introduciendo en el mercado los dispositivos intravaginales de liberación controlada de progesterona CIDR-B, el cual tiene forma de 'T' con una cuerda de nylon en un extremo (Rathbone *et al.*, 2002). El dispositivo está impregnado con una capa homogénea de 1.9 g (10% w/w) de progesterona; presenta dos alas que pueden plegarse para facilitar su inserción, y una vez insertado las alas vuelven a su forma original en donde ejerce presión contra las paredes vaginales siendo retenido por éstas. (Rathbone *et al.*, 2002).

El CIDR es usado para acortar el anestro y/o la sincronización del estro principalmente, esto se logra por la liberación lenta de progesterona a la circulación sanguínea del animal. La progesterona es una hormona esteroide producida en el cuerpo lúteo en los ovarios de los mamíferos. Su función primaria es promover la gestación y mantenerla. También es un factor crucial involucrado en el re-establecimiento de los ciclos estrales normales en el ganado después del parto. La progesterona proporciona una supresión potente de estro y ovulación (Macmillan *et al.*, 1991), haciéndola una herramienta poderosa para los propósitos de sincronización de estros. El CIDR se comercializó por primera vez en Nueva

Zelanda en 1987 y fue formulado para liberar progesterona por un período de 12 días, el cual se basó en el conocimiento reproductivo en ese momento. Los períodos largos de tratamiento producían una excelente sincronización, pero con fertilidad pobre (Mihm *et al.*, 1994).

Varios factores fueron relacionados con esta baja fertilidad, entre los que se encontraban defectos en el transporte de espermatozoides y una mala calidad del ovocito (Mihm *et al.*, 1994; Smith y Stevenson, 1995). Se observó, en trabajos recientes, que los progestágenos no llegaba a "imitar" la acción de los niveles luteales de progesterona sobre la secreción pulsátil de LH, que se encontraba aumentada y hacía que el folículo dominante (folículo persistente) siguiera creciendo, sin permitir el crecimiento de una nueva onda folicular (Sánchez *et al.*, 1995; Smith y Stevenson, 1995). A su vez, la alta frecuencia de pulsos de LH activa al ovocito para que continúe con la meiosis, de manera que cuando se quita la fuente de progesterona el folículo ovulatorio contiene un ovocito envejecido y resulta en una baja fertilidad (Revah y Buttler, 1996; Smith y Stevenson, 1995). Para evitar el problema de los folículos persistentes es necesario sincronizar el desarrollo folicular, de manera que todos los animales tengan un folículo en crecimiento y con capacidad de ovular un ovocito viable después de la remoción del progestágeno.

Una de las alternativas para sincronizar el desarrollo folicular es la utilización de dosis farmacológicas de estrógenos y progestágenos para que, a través de la inhibición de las gonadotropinas circulantes, induzcan la atresia de los folículos en crecimiento y resulte de esta manera en el desarrollo de una nueva onda folicular. En una serie de experimentos se demostró que el tratamiento con progestágenos y estradiol-17 β (E-17 β) o benzoato de estradiol (EB), administrados en cualquier momento del ciclo estral, inducen el crecimiento sincrónico de una nueva onda

folicular, aproximadamente 4 días después (Caccia y Bo, 1998). El tratamiento con dispositivos intravaginales CIDR-B combinados con E-17 β y progesterona (P4) administrada por vía im, resultó en el comienzo sincrónico de una nueva onda folicular 3 a 5 días después, dando como resultado que todas las vaquillas tuvieran un folículo dominante en la fase de crecimiento en el momento de la remoción del CIDR-B en el día 7 (Bo *et al.*, 1995a). En otros trabajos también se observó que para obtener mayores índices de preñez en programas de IATF había que inducir la ovulación utilizando una segunda dosis de estradiol (Hanlon *et al.*, 1997; Macmillan y Burke, 1996).

Aunque los resultados entre los distintos establecimientos fueron numéricamente distintos las diferencias no fueron significativas ($P > 0.2$). En general, los porcentajes de gestaciones fueron mayores ($P < 0.05$) en el grupo SMB+EB, debido principalmente a diferencias marcadas en 2 establecimientos. Sería necesario realizar más trabajos para confirmar estos resultados, aunque experimentos realizados con otros dispositivos como CIDR-B o DIV-B han demostrado que la administración de EB después de la remoción de un dispositivo sincroniza la ovulación y mejora los porcentajes de gestaciones (Colazo *et al.*, 1999; Cutaia *et al.*, 2001).

Los tratamientos basados con progesterona han sido aplicados en un esfuerzo para superar los problemas en la detección de estros y así mejorar el éxito global de un programa de cría (Day *et al.*, 2000). La adición del benzoato de estradiol (BE) después de terminar un tratamiento con progesterona, es particularmente eficaz en acortar el anestro en los bovinos (McDougall *et al.*, 1992), con una proporción mayor de animales que se inducen a tener estro en ganado de carne, en los sistemas ganaderos (Fike *et al.*, 1997).

Desde que se crearon los dispositivos, se han desarrollado una gran cantidad de protocolos. Los primeros tratamientos evaluados fueron los de 14 a 21 días que resultaban en una buena sincronía de estros pero baja fertilidad, principalmente debido a la formación de los folículos persistentes. Para inducir la regresión lútea, se combinó estos dispositivos con una cápsula que contiene 10 mg de benzoato de estradiol que se administraba en el momento de la inserción del dispositivo (Macmillan y Peterson, 1993). Posteriormente, con el aumento del conocimiento y con el desarrollo de nuevos tratamientos se optó por recomendar la administración de $\text{PGF}_{2\alpha}$ al final del tratamiento. Estos tratamientos tenían un resultado variable debido a que si comenzaban en la fase lútea tardía (después del día 14) resultaban en una baja fertilidad (Roche, 1974).

Burke *et al.* (2001) observaron en vacas en anestro que cuando el folículo dominante tenía más de 3 días desde su emergencia a la remoción del CIDR-B (Folículos de aproximadamente 9 mm de diámetro) las vacas ovulaban con el tratamiento de BE 24 horas postretiro CIRD-B. Por el contrario, cuando el folículo tenía solo un día desde su emergencia la mayoría de las vacas no ovularon con el BE a las 24 h postretiro CIDR-B, aunque mostraban signos de estro. Estos datos sugieren entonces que en vacas en anestro puede ser beneficioso utilizar un tratamiento de 8 días. En el mismo trabajo (Burke *et al.*, 2001), también observaron que en las vaquillonas el folículo dominante puede tener un crecimiento compensatorio y llegar a ovular aunque sea más pequeño.

Lammoglia *et al.* (1998) demostraron que el BE aumenta las concentraciones de 17β estradiol en el plasma y el porcentaje de animales que presentan un pico preovulatorio de LH. Sin embargo, la habilidad del estradiol de inducir el comportamiento del estro es independiente de la inducción o no de la ovulación y del desarrollo de un cuerpo lúteo (Ray, 1965). Una serie de eventos

fisiológicos que involucran el eje hipotálamo–hipofisario, en donde conecta el cerebro y el ovario (Hansel y Convey, 1983) se requiere para que el BE induzca el estro, y así se realice la ovulación y un desarrollo subsecuente de un cuerpo lúteo CL saludable con éxito. Trabajos realizados han mostrado que animales en anestro han manifestado signos de estro pero no ovulan después de un tratamiento de progesterona y estradiol en un 10% de las vacas (Fike *et al.*, 1997; Rhodes *et al.*, 1999).

Una posible razón para el fracaso de inducción de la ovulación siguiente al estro, es que un folículo dominante (FD) capaz de ovular no está presente en el momento apropiado cuando se le suministra el estradiol exógeno (Burke *et al.*, 2001). El estradiol se ha reconocido recientemente por su capacidad de inducir la atresia en los folículos ováricos (Bo *et al.*, 1995b), y por consiguiente su potencial para superar la infertilidad asociada con tratamientos basados con progesterona que por otra parte promueven el crecimiento y ovulación de folículos viejos (Mihm *et al.*, 1994).

Es posible controlar la fase lútea mediante el uso de $\text{PGF}_{2\alpha}$ y/o progestágenos (Bo *et al.*, 1995b; Macmillan y Peterson, 1993; Odde *et al.*, 1990). Para controlar la dinámica folicular y la ovulación del bovino se han desarrollado protocolos que utilizan extractos de pituitaria ricos en hormona luteinizante (LH) (Martínez *et al.*, 2000) o análogos de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) (Thatcher *et al.*, 1989; Twagiramungu *et al.*, 1992) que causan la ovulación del folículo dominante, resultando en una nueva onda de crecimiento folicular dentro de los 2 o 3 días posteriores a su aplicación (Silcox *et al.*, 1993; Pursley *et al.*, 1995; Martínez *et al.*, 1999). Los protocolos de sincronización de la ovulación utilizando GnRH se han popularizado con el nombre de Ovsynch. El tratamiento consiste en la administración de un análogo de la GnRH (para

sincronizar el desarrollo folicular), seguido de una inyección de $\text{PGF}_{2\alpha}$ 6 ó 7 días después (para inducir la luteólisis) y una inyección de GnRH 36 a 48 h, después de la $\text{PGF}_{2\alpha}$ para sincronizar la ovulación (Twagiramungu *et al.*, 1992). La IATF, 15 a 24 h después de la segunda GnRH ha resultado en una fertilidad aceptable en vacas productoras de leche (Stevenson *et al.*, 1999; Cutaia *et al.*, 2002) y de carne (Martínez *et al.*, 2000). Por el contrario los resultados en vaquillas sincronizadas con el tratamiento Ovsynch han sido significativamente más bajos que los resultados en vaquillas IA a las 12 h postestro (Martínez *et al.*, 2000; Pursley *et al.*, 1995). En ganado de pie de cría los resultados han sido muy variables, sobre todo debido a los bajos porcentajes de concepción que se obtienen en vacas en anestro (Greary *et al.*, 1998).

Para solucionar dicha problemática se han empleado el uso de fármacos sincronizadores de estros, sin embargo se ha observado que el 90% de los animales que responden al estro presentan una fertilidad variable, con porcentajes de gestación del 33 al 68% sobre todo en programas de IATF (Odde, 1990) problema que se refleja en los bajos índices de fertilidad observado en los hatos, al respecto, recientes investigaciones han puesto de manifiesto el efecto de la administración de implantes de progesterona más la administración de estrógenos tanto al inicio del tratamiento sincronizador como al final de este. Bo *et al.* (1994) sugieren que con la administración de estrógenos al final del tratamiento con progesterona se logra la sincronización de la oleada folicular y la consecuente ovulación

2.4. PROGESTERONA COMO INDICADOR DE LA ACTIVIDAD OVÁRICA

Se ha demostrado la utilidad de la medición de los niveles circulantes de hormonas como la progesterona, para estudiar el estado reproductivo y

diagnosticar situaciones relacionadas con la fertilidad de los animales domésticos (Fahmi *et al.*, 1985).

Una de las herramientas más útiles para estudiar la eficiencia reproductiva es el uso del radioinmunoensayo, el cual ha sido empleado para la cuantificación de hormonas polipeptídicas y esteroideas, además de muchas otras sustancias de interés biológico, por lo que ésta técnica ha sido de gran utilidad en diversas áreas de la medicina, particularmente en la endocrinología. Con la introducción de este método fue posible medir pequeñas cantidades de hormonas en líquidos biológicos con una sensibilidad específica, exactitud y precisión no obtenidas con otra metodología (Abraham *et al.*, 1977).

La medición de las concentraciones de progesterona en diversos líquidos corporales, es una de las herramientas más útiles para realizar investigación en reproducción. Así, de esta manera se puede saber de la existencia de un cuerpo lúteo y que tan funcional es su estado (Oltner y Edquist, 1981; Owens *et al.*, 1980). Estas determinaciones se pueden hacer en suero, plasma o leche.

En condiciones fisiológicas normales, las concentraciones de progesterona en la hembra no gestante dependen principalmente de la funcionalidad del cuerpo lúteo (Agarwal *et al.*, 1977), por lo que la determinación de las concentraciones de progesterona en plasma o suero es uno de los métodos más prácticos para el estudio de la actividad ovárica de los mamíferos (Stabenfeldt *et al.*, 1970).

Las concentraciones de progesterona plasmáticas alcanzan sus niveles más altos entre los días 6 y 8 del ciclo estral, cuando empiezan a declinar a niveles basales antes del siguiente estro (Hansel y Convey, 1983). Al momento del estro, la progesterona tanto sérica como láctea, debe encontrarse en sus niveles basales

(menos de 1 ng.ml^{-1} o 3.2 nmol.ml^{-1}), mientras que en el diestro los niveles son elevados, alrededor de 2 ng.ml^{-1} y usualmente $6-8 \text{ ng.ml}^{-1}$ (Sainz y Pérez, 1982), siendo la hormona dominante en este momento.

Existe controversia en la literatura sobre la concentración de progesterona en la sangre de ganado *Bos indicus*; algunos autores han indicado que los niveles séricos de progesterona durante el estro son menores de 0.5 ng.ml^{-1} (Adeyemo y Heath, 1980; Ojeda, 1980; Vaca *et al.*, 1983), incrementándose gradualmente durante el metaestro hasta alcanzar, durante la fase lútea, valores de alrededor de 6 ng.ml^{-1} (Ojeda, 1980), o incluso superiores a los 7 ng.ml^{-1} (Díaz *et al.*, 1986). Valores semejantes son los que se han reportado en ganado *Bos taurus* durante la fase lútea del ciclo estral (Stabenfldt *et al.*, 1970).

El muestreo 2 veces por semana, para determinar la cantidad de progesterona en leche o sangre, puede servir para indicar la actividad del cuerpo lúteo y al haber variaciones en las concentraciones de las diferentes muestras es indicativo de que la vaca está ciclando (Oltner y Edquist, 1981),

Por lo descrito anteriormente, se hace necesario contar con alternativas reproductivas, como el empleo de compuestos hormonales que ayuden a la solución del problema de anestro en vacas ubicadas en el trópico que favorezcan las tasas de gestación durante el postparto temprano. Asimismo, los trabajos tendientes a disminuir los días abiertos de la hembra bovina deben ser considerados integralmente, pues al dejar de lado uno solo de ellos puede llevar al fracaso cualquier estrategia emprendida en tal sentido.

III. HIPÓTESIS

La utilización de progesterona más benzoato de estradiol para sincronizar o inducir la ovulación en vacas lactantes doble propósito con 60 a 90 días postparto en explotaciones de pequeños productores ubicados en zonas tropicales, conducirá a un mayor porcentaje de animales que reinicien su actividad ovárica y gestaciones.

IV. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar si el empleo de la progesterona natural más el benzoato de estradiol como inductor o sincronizador de la ovulación en vacas con 60 a 90 días postparto lactantes doble propósito, conduce a un mayor porcentaje de animales que reinicien su actividad ovárica y gestaciones, utilizando inseminación artificial a tiempo fijo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar la tasa de reinicio de la actividad ovárica y de sincronización de la ovulación con progesterona natural en vacas *Bos taurus/Bos indicus* con y sin benzoato de estradiol.
2. Evaluar el efecto de la condición corporal en la tasa de ovulación en hembras sincronizadas con progesterona natural con y sin benzoato de estradiol en vacas *Bos taurus/Bos indicus*.

3. Comparar la tasa de gestación a primer servicio con inseminación artificial a tiempo fijo de las hembras *Bos taurus/Bos indicus* tratadas con progesterona natural con y sin benzoato de estradiol.
4. Determinar el efecto de la finca, raza, condición corporal, días postparto, número de partos en el reinicio de la actividad ovárica.

V. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1. LOCALIZACIÓN

El presente estudio se realizó en 13 explotaciones comerciales de ganado doble propósito, pertenecientes a los grupos ganaderos de validación y transferencia de tecnología "GGAVATT" La Laguna, Jamapa, Tejería, y Mata Ortiz ubicados en los municipios de Medellín, Jamapa, Tejería, en zonas aledañas a la ciudad de Veracruz, localizada en la parte central del estado de Veracruz, México, a 19° 12' latitud norte y 96° 08' longitud oeste. El clima es tropical sub-húmedo con una precipitación pluvial anual de 1677 mm, que se concentra en los meses de junio a octubre, con vientos del norte de octubre a mayo. La temperatura diaria promedio es de 23.4°C (García, 1981).

5.2. CARACTERÍSTICAS DEL ESTUDIO

El presente proyecto de investigación se realizó del mes de julio a diciembre de 2002, el periodo de muestreo por finca fue de 62 días.

5.3. ANIMALES EXPERIMENTALES

Se trabajaron 93 vacas doble propósito (Cuadro 4) *Bos taurus/Bos indicus* distribuidas en 13 fincas del estado de Veracruz, las cuales fueron estratificadas mediante una encuesta estática, donde se consigno información relacionada con aspectos biofísicos, socioculturales, recursos forrajeros, recurso animal, alimentación, nutrición, reproducción, salud, infraestructura y equipos.

Las 13 fincas fueron clasificadas en 3 niveles: **alto** (fincas en donde se basa la alimentación con praderas mejoradas, además suplementan a la hora del ordeño, con un nivel de administración alto), **medio** (fincas en donde se basa la alimentación con forrajes mejorados, con un nivel de administración medio) y **bajo** (fincas en donde se basa la alimentación con praderas nativas, con un nivel de administración escaso, sin registros de los bovinos).

Los animales se clasificaron de acuerdo a su estado ovárico, raza, edad, número de partos, días postparto y condición corporal. El estado ovárico se determinó por medio de ultrasonografía rectal, clasificándose en anéstrica (vacas que tres ultrasonidos realizados cada día por medio no presentaron cuerpo lúteo y que por RIA los niveles de progesterona estaban por debajo de 1 ng.ml^{-1}) y ciclando (vacas que tres ultrasonidos realizados día por medio por lo menos presentaban un cuerpo lúteo y que por RIA los niveles de progesterona estaban por arriba de 1 ng.ml^{-1}).

La raza se estratificó en dos grupos, en donde se determinaron vacas con alto porcentaje de mestizaje de Pardo Suizo por Cebú y vacas con alto mestizaje de Holstein por Cebú. La edad se clasificó en tres estratos, en donde se agruparon a los animales en edades de entre 3 – 4,5 años, 5 – 6 años y mayores o igual a 7 años. El número de partos se distribuyó en cuatro grupos siendo vacas de 1 parto, 2 partos, 3 - 5 partos y mayores de 5 partos. Las vacas fueron estratificadas de acuerdo a sus días postparto en tres estratos, las vacas que habían parido 44 – 64 días al tratamiento, las hembras entre 65 – 73 días y las vacas con más de 73 días de paridas.

La condición corporal de todas las hembras fue evaluada al momento de inicio del tratamiento, al momento de la inseminación, a los 7, 17 y 45 días post

inseminación, utilizando la escala del 1 al 5 descrita por Edmonson *et al.* (1989), donde 1 es un animal emaciado y 5 es un animal gordo.

CUADRO 4. Características iniciales de vacas incluidas en el experimento

NIVEL TECNOLÓGICO	Fincas (n)	Bovino (n)
Buena	4	31
Regular	4	30
Deficiente	5	32
ESTADO OVÁRICO		
Anéstricas		89
Ciclando		4
RAZA*		
Pardo Suizo x Cebú		59
Holstein por Cebú		33
EDAD		
3 – 4.5 años		22
5 – 6 años		41
≥ 7 años		30
NÚMERO DE PARTOS		
1 parto		22
2 partos		35
3 – 5 partos		26
> 5 partos		10
DÍAS POSTPARTO		
44 – 64 días		32
65 – 73 días		37
≥ 74 días		24
CONDICIÓN CORPORAL		
≥ 3		
2 – 2,5		44
1 – 1,5		49

* Para esta clasificación no se tuvo cuenta 1 vaca ya que era de la raza cebú

5.4. CARACTERÍSTICAS Y MANEJO DE LOS ANIMALES EXPERIMENTALES

El manejo general en las fincas estudiadas se basa en la utilización de praderas introducidas de pasto estrella de África (*Cynodon plectostachyus*), estrella Santo Domingo (*Cynodon nlemfuensis*), Pangola (*Digitaria decumbens*), Brachiaria amargo (*Brachiaria decumbens*), estando presentes algunos pastos nativos como el *Paspalum spp.* y *Axonopus spp.*, con pastoreos rotacionales y continuos. En algunas fincas los productores suplementan con 2 y 3 kg animal/adulto de concentrado comercial a la hora del ordeño.

Las explotaciones emplean un sistema de amamantamiento restringido en la zona, esto es, la presencia del becerro junto a su madre con el fin de facilitar la bajada de la leche. Después del ordeño, se les permite a los becerros mamar la leche residual hasta el momento en que se termina de ordeñar al total de las vacas. Posteriormente, los becerros son separados de las madres por un periodo de 4 horas para volverse a reunir otra vez por un periodo de media hora, tiempo en el cual los becerros pueden amamantar libremente; después vuelven a ser separados para ser reunidos hasta el ordeño de la mañana siguiente.

Los aspectos relacionados con la parte administrativa de las explotaciones en el estudio, se basaron en información registrada por los productores en el ámbito reproductivo, de salud, financieros, manejo de praderas, asimismo en fincas donde estos aspectos no eran relevantes.

5.5. GRUPOS EXPERIMENTALES

En cada rancho seleccionado se tomaron los animales, los cuales fueron asignados de forma aleatoria a dos tratamientos. Para el análisis de resultados se

eliminó el 9,5% de las vacas seleccionadas para el estudio, ya que presentaban un cuerpo lúteo antes de empezar el tratamiento. El total de animales incluidos en los análisis fue de 86.

5.5.1. Inducción de la ovulación

Tratamiento CIDR con inyección de benzoato de estradiol (CIDR+BE)

Al inicio del experimento, las vacas fueron asignadas al tratamiento inductor o sincronizador de la ovulación, tratadas con la aplicación de 1.9 g de progesterona natural, contenido en un dispositivo de aplicación transvaginal, y la adición de 1.0 mg de benzoato de estradiol (BE) a las 24 horas de retirado el dispositivo. El dispositivo permaneció *in situ* durante 9 días (CIDR-B, Lab. Pharmacia-Animal Health).

Tratamiento CIDR sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR-BE)

Vacas tratadas con la aplicación de 1.9 g de progesterona natural, contenido en un dispositivo de aplicación transvaginal. El dispositivo permaneció *in situ* durante 9 días. A este grupo no se les administró benzoato de estradiol después de retirado el dispositivo (CIDR-B, Lab. Pharmacia-Animal Health).

5.5.2. Destete temporal.

Al momento del retiro del dispositivo vaginal los becerros fueron separados de sus madres por un lapso de 48 h y al término de este periodo regresaron a su manejo tradicional.

5.5.3. Inseminación artificial.

Las vacas fueron servidas a través de inseminación artificial (IA) a tiempo fijo a partir de las 48 horas postretiro del dispositivo vaginal. Las hembras que repitieron estro de 18 a 23 días después del período de IA fueron fertilizadas ya sea por IA o monta natural. Los cálculos de fertilidad de este estro fueron excluidos del análisis.

5.5.4. Diagnóstico de gestación.

El diagnóstico de gestación se realizó 27 días después del primer servicio de IA mediante estudios de ultrasonografía, y fue confirmado al día 45 a través de palpación rectal.

5.5.5. Evaluación ultrasonográfica.

Todas las vacas fueron examinadas cada tercer día durante nueve días con el fin de caracterizar los cambios en las estructuras ováricas antes de aplicar el (CIDR). Se utilizó un ultrasonido portátil Aloka 210 modelo SSD-210 XII con un transductor de 5.0 MHz, insertándose vía rectal y se colocó a lo largo de la superficie dorsal del cuerno del útero, posteriormente se realizó movimientos laterales para examinar los ovarios. El tracto reproductivo no fue manipulado directamente antes o durante la examen ultrasonográfico. Los folículos presentes fueron medidos para determinar el crecimiento de éstos, de acuerdo con la técnica previamente establecida por diversos autores (Sirois y Fortune, 1988; Ginther *et al.*, 1989; Taylor *et al.*, 1993).

5.5.6. Determinación de progesterona.

Para confirmar la actividad ovárica, se obtuvieron muestras de sangre de todas las vacas el mismo día de la evaluación ultrasonográfica; esto es, desde el inicio de los ultrasonidos, el día de la inseminación, el día 7 y 17 después de la inseminación artificial, con la finalidad de detectar la funcionalidad del tratamiento sincronizador de la ovulación. Las muestras se tomaron por venopunción de vena coccígea en tubo estéril el cual fue centrifugado a 2000 rpm durante 10 minutos, inmediatamente después del sangrado.

Los análisis de progesterona en suero se realizaron a través de radioinmunoensayo en fase sólida en el Laboratorio de Radioinmunoensayo de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnia de la UNAM. Se consideró que la vaca estaba en anestro cuando mostró valores de progesterona inferiores a 1.0 ng.ml^{-1} . La presencia de un cuerpo lúteo activo se determinará cuando la concentración de progesterona fue igual o superior a 1.0 ng.ml^{-1} (Srikandakumar *et al.*, 1986).

5.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis de los resultados se categorizaron las variables dependientes e independientes

Variables dependientes

1. Presencia de estro, en donde se observaron las vacas que manifestaron conducta estral desde el momento del retiro del dispositivo hasta la inseminación a las 48 horas.

2. Reinicio de la actividad ovárica y ovulación, donde se tomaron vacas con valores sanguíneos de progesterona por arriba de 1 ng.ml^{-1}
3. Gestación a los 45 días donde se determinó por palpación rectal la presencia de o no de un feto.

Variables independiente

1. Grupo de tratamiento.
CIDR+BE.
CIDR-BE.
2. Nivel tecnológico de las fincas.
3. Grado de mestizaje de los animales.
4. Edad.
5. Número de partos.
6. Días postparto.
7. Tamaño de la población folicular al iniciar el tratamiento.
8. Condición corporal general durante el experimento.
0 Para las vacas mantuvieron la condición corporal durante el estudio.
1 Para las vacas perdieron condición corporal durante el estudio.

Una vez organizados los datos se realizaron tablas de frecuencia para conocer las características previas al estudio.

Para determinar el efecto del uso de la progesterona como inductor de la ovulación mediante el uso del dispositivo vaginal con la aplicación del benzoato de estradiol o no sobre el porcentaje de inducción, tasa de ovulación, y la correlación de estas variables con fertilidad a inseminación a tiempo fijo (48 horas postretiro del dispositivo), en hembras bovinas en las diferentes categorías, se empleó un

análisis usando la prueba de Ji cuadrada disponible en el paquete estadístico SPSS (Statistical Package for Social Science versión 10) y un análisis de regresión logística (Pardo y Ruizz, 1989). En cada una de las pruebas utilizadas se consideró un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

VI. RESULTADOS

El cuadro 5 muestra las condiciones previas de los animales al estudio y su distribución. Se encontró que el mayor número de animales seleccionados fue del cruzamiento Pardo Suizo por Cebú, es decir, de la muestra proporcionada por los productores por cada cruce Holstein había casi el doble de la cruce Pardo Suiza por Cebú, indicando la popularidad de esa cruce en la región. Con referencia al nivel tecnológico de las fincas, edad, número de partos y días postparto la muestra fue razonablemente balanceada. Finalmente la condición corporal evaluada mediante la inspección visual y palpación al momento de iniciar el tratamiento hormonal, la mitad de las vacas (56%) tenían una condición corporal debajo a 2.0 puntos.

Con respecto a la presentación de estro (Gráfica 1), la respuesta fue mejor en el tratamiento CIDR+BE, ya que cerca del 60% de las hembras tratadas mostraron estro con respecto al tratamiento CIDR sin BE donde solamente el 13% de las hembras manifestaron estro, la diferencia fue significativa ($p < 0.05$).

La gráfica 2 ilustra la variación entre fincas en la respuesta a estro después del tratamiento CIDR con y sin BE. Como puede observarse existieron fincas como la F1, F2, F7 y F14 donde la eficiencia en la detección de estros fue similar si se inyectaba con el tratamiento de CIDR el estrógeno. En contraste fincas como la F4, F6, F8 y F13 tuvieron una eficiente determinación de estro si las hembras eran inyectadas con estrógenos acompañando al tratamiento. Mientras que si se omitía los estrógenos la eficiencia disminuía drásticamente. El número reducido de hembras bovinas por productor impide comparaciones estadísticas.

En cuanto al nivel tecnológico de las fincas (Gráfica 3), se observa que un 77% de las vacas respondieron mejor a la manifestación de estro en el tratamiento

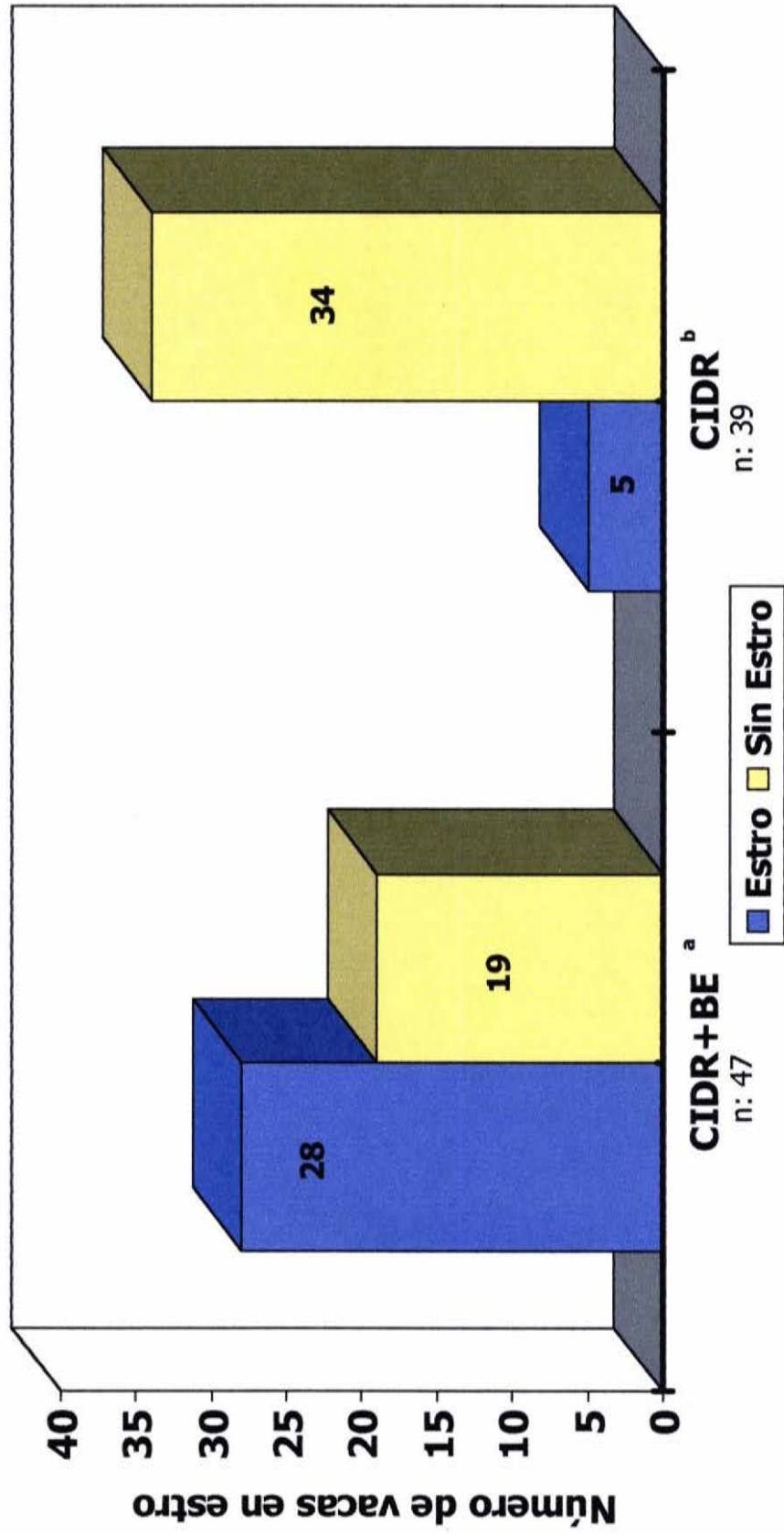
CUADRO 5. Condiciones previas al estudio y distribución de los animales en los dos tratamientos, CIDR con inyección de benzoato de estradiol (CIDR+BE) y CIDR sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR)

CARACTERÍSTICA	GRUPOS		TOTAL n:86
	CIDR+BE n:47	CIDR n:39	
ESTADO OVÁRICO	47/47	39/39	86/86
	Anestro		
	Bueno	11	24
NIVEL TECNOLÓGICO ^a	13	13	30
	Regular	15	32
	Ineficiente	19	31
RAZA	12	20	55
	Holstein x Cebú ^a	12	22
	Pardo Suizo x Cebú ^b	15	38
EDAD ^a	10	12	26
	3 – 4.5 años	23	22
	5 – 6 años	14	38
	>/= 7 años	12	26
NÚMERO DE PARTOS ^a	10	12	22
	1 parto	13	32
	2 partos	14	32
	>/= 3 partos	12	28
DÍAS POSTPARTO ^a	16	16	34
	44 – 64 días	18	24
	65 – 73 días	11	38
	>/=74 días	17	48
CONDICIÓN CORPORAL ^a	21	22	
	2 – 2,5	26	
	1 – 1,5		

^a Literal representa que no se encontró diferencias estadísticas ($p > 0.05$)

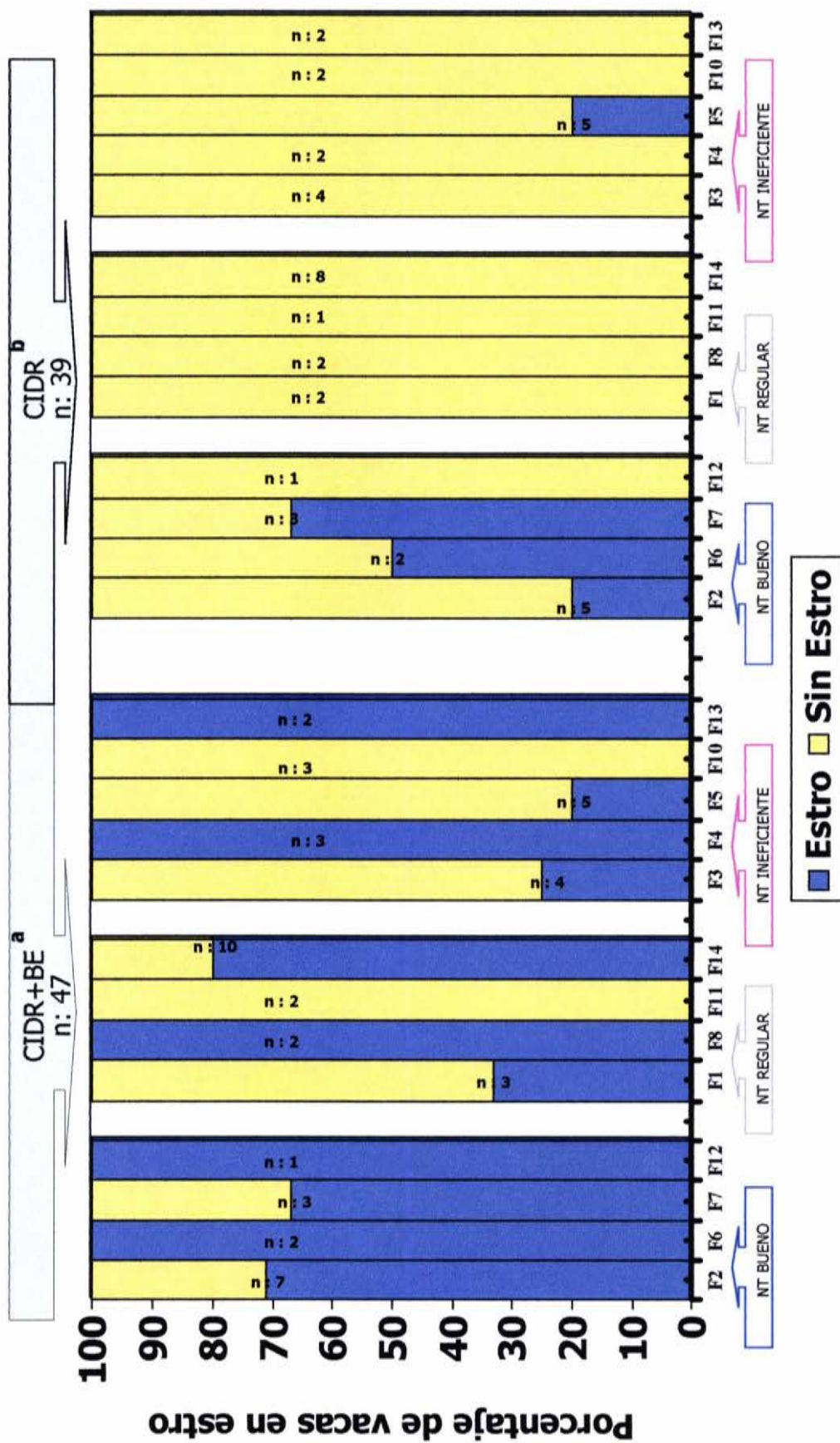
^{a,b} Literal representa que hay diferencias estadísticas ($p < 0.05$)

GRÁFICA 1. Número de vacas en estro con dos tratamientos hormonales, CIDR con inyección de benzoato de estradiol (CIDR+BE) y CIDR sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR),



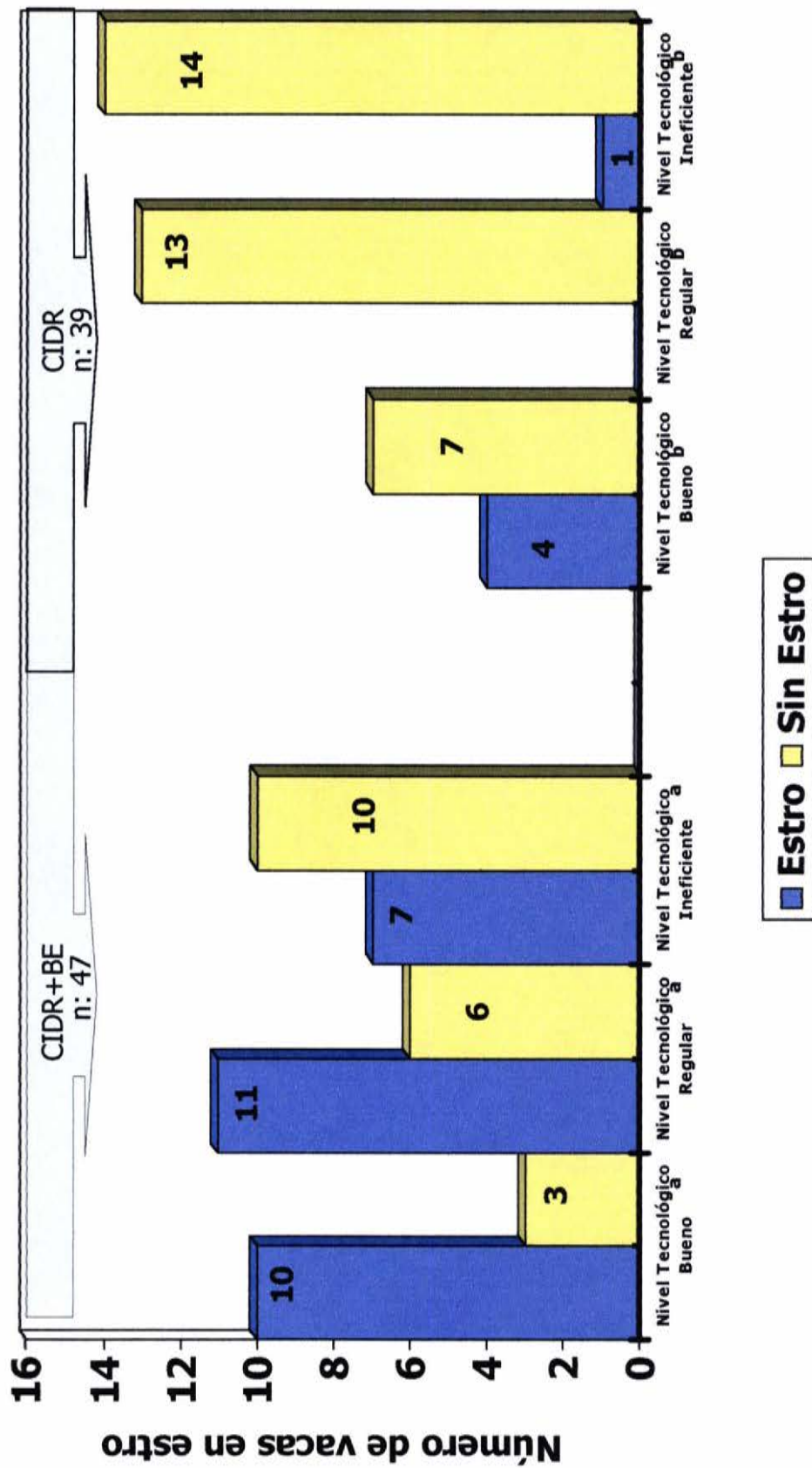
^{a, b} Los valores con literales diferentes son estadísticamente significativos ($p < 0.05$)

GRÁFICA. 2. Respuesta a la manifestación de estros, según el nivel tecnológico existentes en las fincas de estudio, con inyección de benzoato de estradiol (CIDR+BE) y CIDR sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR).



^{a, b} Los valores con literales diferentes son estadísticamente significativos (p < 0.05)

GRÁFICA 3. Número de vacas en estro con dos tratamientos hormonales, CIDR con inyección de benzoato de estradiol (CIDR+BE) y CIDR sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR); estratificadas por nivel tecnológico de finca (buena, regular, ineficiente)



^{a, b} Los valores con literales diferentes son estadísticamente significativos ($p < 0.05$)

hormonal CIDR+BE, encontrándose en el nivel tecnológico bueno con respecto a los otros niveles clasificados (Regular 64% y deficiente 41%); lo mismo se puede observar en el tratamiento CIDR sin BE, en donde las vacas que manifestaron estro en mayor proporción se encontraban en fincas de nivel tecnológico bueno 36% con respecto a los otros 2 niveles, siendo significativa su diferencia entre tratamientos ($p < 0.05$).

El cuadro 6 resume las comparaciones entre animales tratados con CIDR+BE y CIDR sin BE a la respuesta de estro, estratificados por el grado de mestizaje, edad, número de partos y días postparto; se puede observar que la mejor respuesta a estro se obtuvo en los animales cruzados con pardo suizo, en un 63% cuando se aplica el estrógeno, comparado con un 5% si no lleva la inyección de benzoato de estradiol ($p < 0.05$). Asimismo, cuando se clasifica las vacas por edad, número de partos, y días postparto, se observaron diferencias ($p < 0.05$) a la respuesta de estro, si aplicamos el estrógeno a las vacas menores de 7 años, 3 partos y 74 días postparto, con relación a las vacas que no recibieron la inyección de estrógenos. Caso contrario se observó en los animales mayores de 7 años, con más de 3 partos, y un tiempo postparto mayor de 74 días en donde no hay diferencia ($p > 0.05$) a la manifestación de estro si se aplica o no el estrógeno al CIDR.

En cuanto a la evolución de la condición corporal, con respecto a los animales tratados con CIDR+BE como lo muestra la gráfica 4; las vacas que mantuvieron estable su condición corporal tuvieron una mayor respuesta a la manifestación de estro con un 45% con respecto a las hembras que perdieron condición, donde solamente un 15% de los animales lo mostraron. En los animales del grupo CIDR-BE al igual que el tratamiento con BE la proporción de respuesta

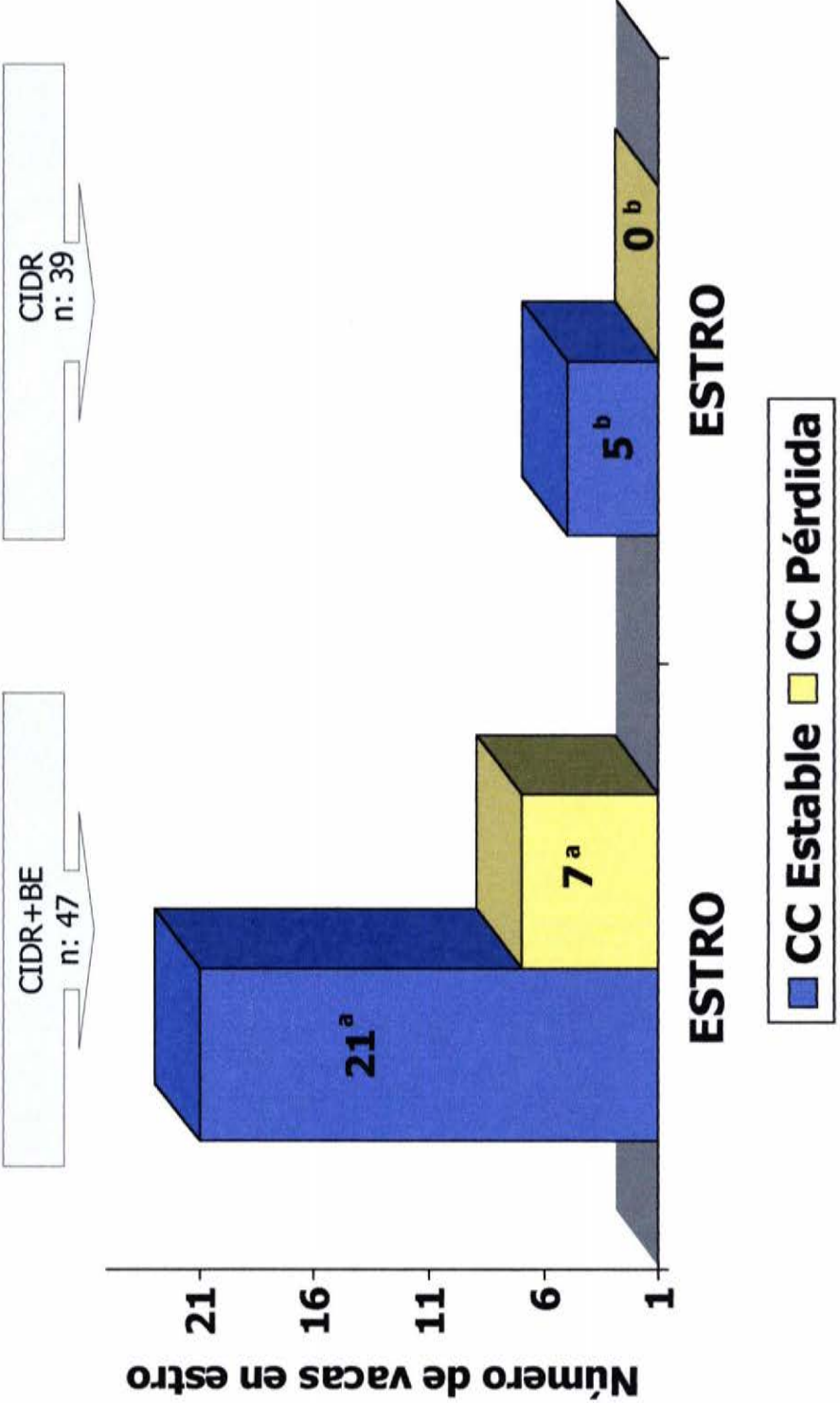
CUADRO 6 Número de vacas en estro en los dos tratamientos, CIDR con inyección de benzoato de estradiol (CIDR+BE) y CIDR sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR); estratificadas por grado de mestizaje, edad, número de partos y días postparto

CARACTERÍSTICA	GRUPOS						TOTAL n:86
	CIDR+BE n:47		CIDR n:39		ESTRO	SIN ESTRO	
	ESTRO	SIN ESTRO	ESTRO	SIN ESTRO			
MESTIZAJE							
Holstein x Cebú	6 ^a	6 ^a	4 ^a	15 ^a			31
Pardo Suizo x Cebú	22 ^a	13 ^a	1 ^b	19 ^b			55
EDAD							
3 – 4.5 años	7 ^a	3 ^a	0 ^b	12 ^b			22
5 – 6 años	14 ^a	9 ^a	2 ^b	13 ^b			38
>/= 7 años	7 ^a	7 ^a	3 ^a	9 ^a			26
NÚMERO DE PARTOS							
1 parto	7 ^a	3 ^a	0 ^b	12 ^b			22
2 partos	11 ^a	8 ^a	2 ^b	11 ^b			32
>/= 3 partos	10 ^a	8 ^a	3 ^a	11 ^a			32
DÍAS POSTPARTO							
44 – 64 días	10 ^a	6 ^a	1 ^b	11 ^b			28
65 – 73 días	11 ^a	7 ^a	1 ^b	15 ^b			34
>/= 74 días	7 ^a	6 ^a	3 ^a	8 ^a			24

^a Literal representa que no se encontró diferencias estadísticas ($p > 0.05$)

^{ab} Literal representa que hay diferencias estadísticas ($p < 0.05$)

GRÁFICA 4. Respuesta a estro en vacas anéstricas con dos tratamientos hormonales, CIDR con inyección de benzoato de estradiol (CIDR+BE) y CIDR sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR); estratificadas por su condición corporal a través del experimento.



^{a, b} Los valores con literales diferentes son estadísticamente significativos (p < 0.05)

de estro en las vacas con condición corporal estable fue mejor que las que perdieron en un 32% con respecto al otro tratamiento ($p < 0.05$).

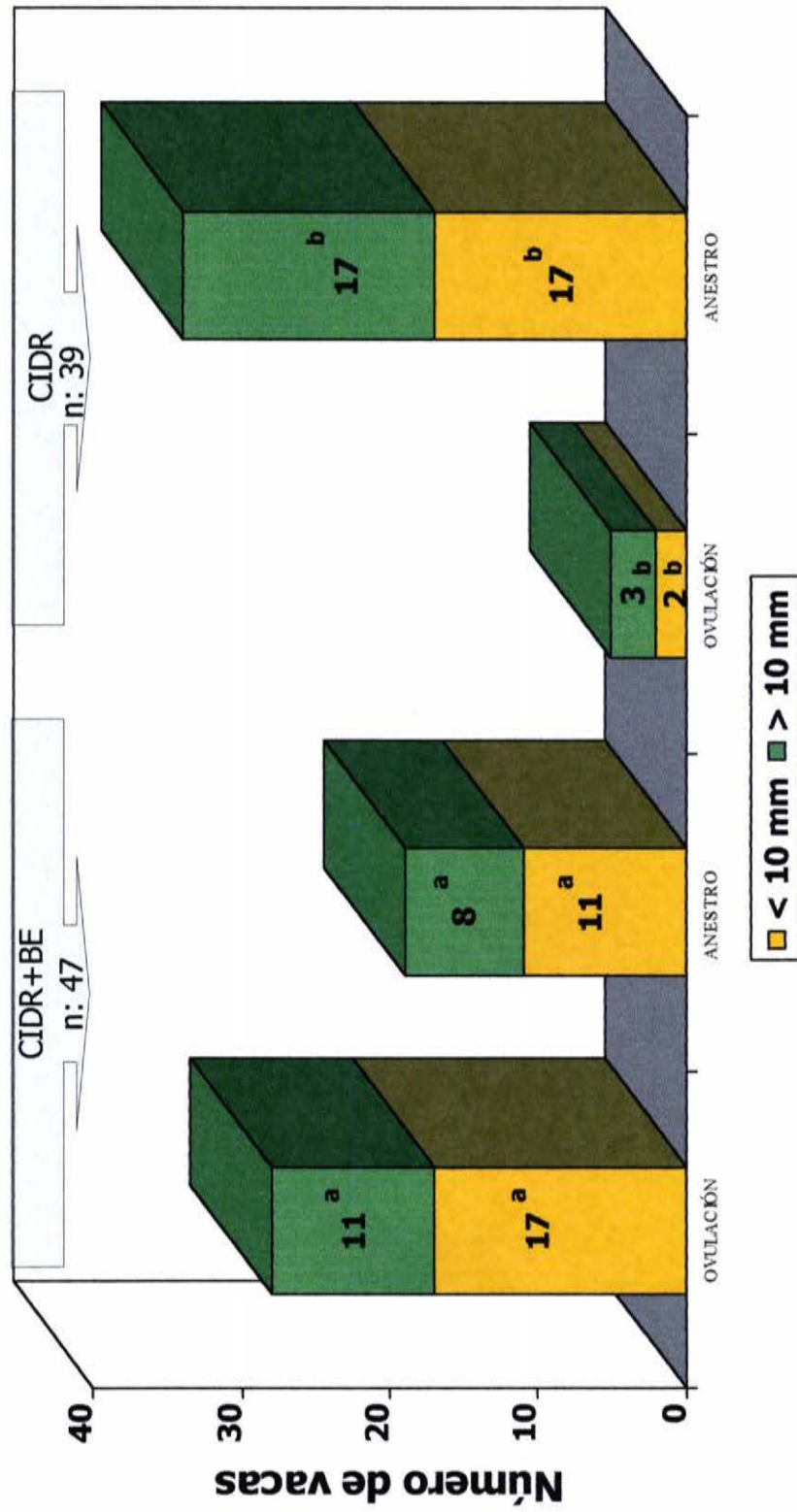
Respecto a la relación que existió entre la clasificación del tamaño folicular inicial al tratamiento y su respuesta a la manifestación de estro; en la gráfica 5 se ilustra que no hay diferencia estadística significativa entre categorías de población folicular en el tratamiento CIDR+BE, igualmente se observa que no existió diferencia estadística entre categorías cuando utilizamos solo el CIDR ($p > 0.05$).

La gráfica 6 compara la respuesta ovulatoria en las vacas tratadas con referencia al tamaño folicular inicial. Como podrá observarse los animales con folículos mayores a 10 mm respondieron ($p < 0.05$) mejor que los no tratados con estrógenos. Esta observación no fue igual en los animales con folículos menores a 10 mm.

Los animales tratados con CIDR+BE y CIDR sin estrógenos mostraron diferentes tendencias en cuanto a la respuesta a estro y la ovulación (Gráfica 7). Mientras que en el primer grupo el porcentaje de animales que mostraron estro y ovularon fue de 59%, en el caso del tratamiento sin estrógenos fue de tan solo el 30% ($p = 0.113$). El mismo contraste se observó en el porcentaje de animales que mostraron estro pero no ovularon, así, en el primer grupo representó el 60%; mientras que, el segundo grupo el promedio descendió a 7% ($p < 0.05$). Con relación al número de animales que presentaron estro y ovularon se encontraron diferencias entre tratamientos ($p < 0.05$).

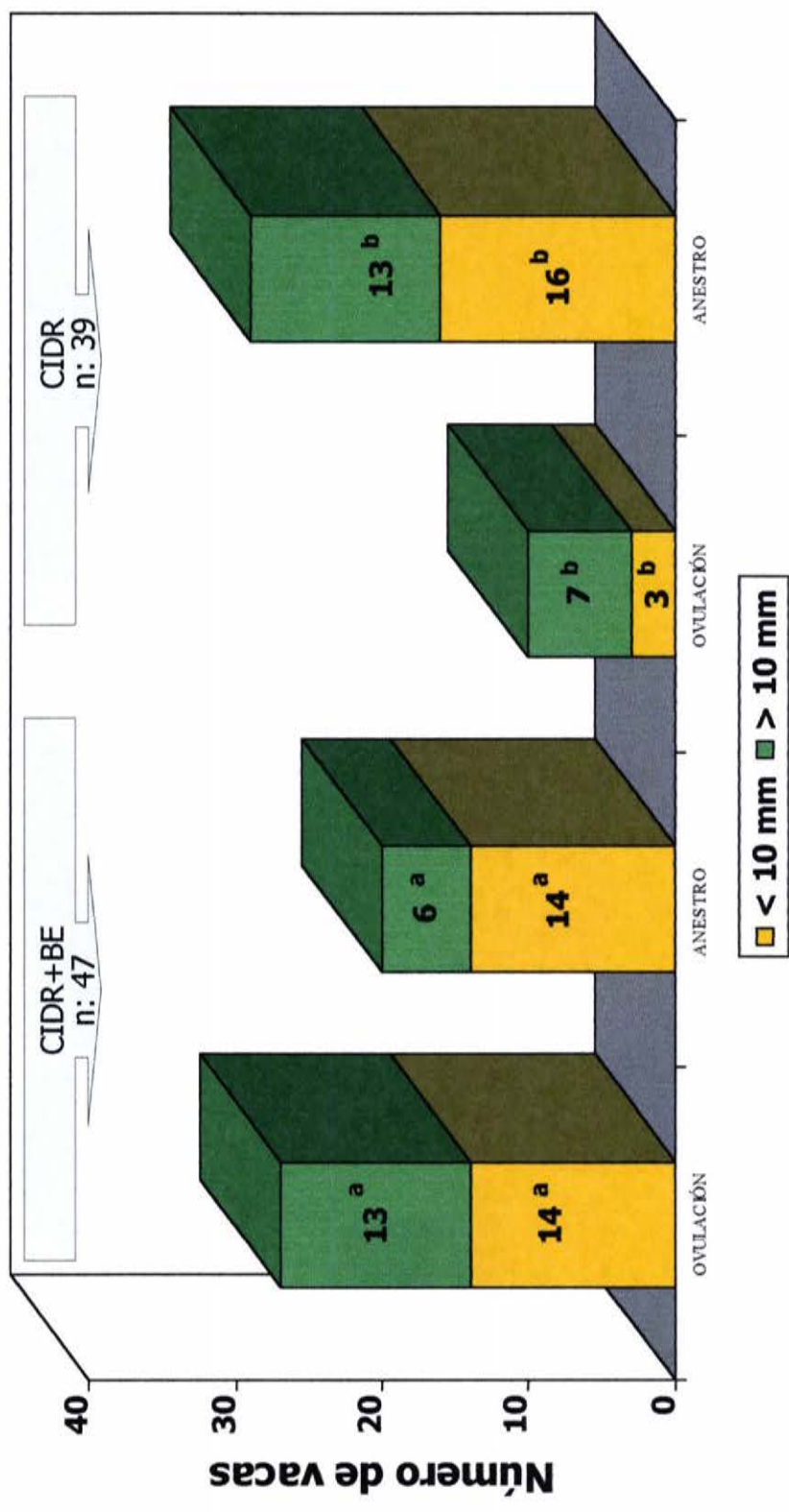
La gráfica 8 muestra la respuesta a ovulación en los dos tratamientos, observándose un 57% en el tratamiento CIDR con inyección del benzoato de

GRÁFICA 5. Tamaños foliculares al inicio del tratamiento y su respuesta a los signos de estro en los dos tratamientos hormonales, CIDR con inyección de benzoato de estradiol (CIDR+BE) y CIDR sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR)



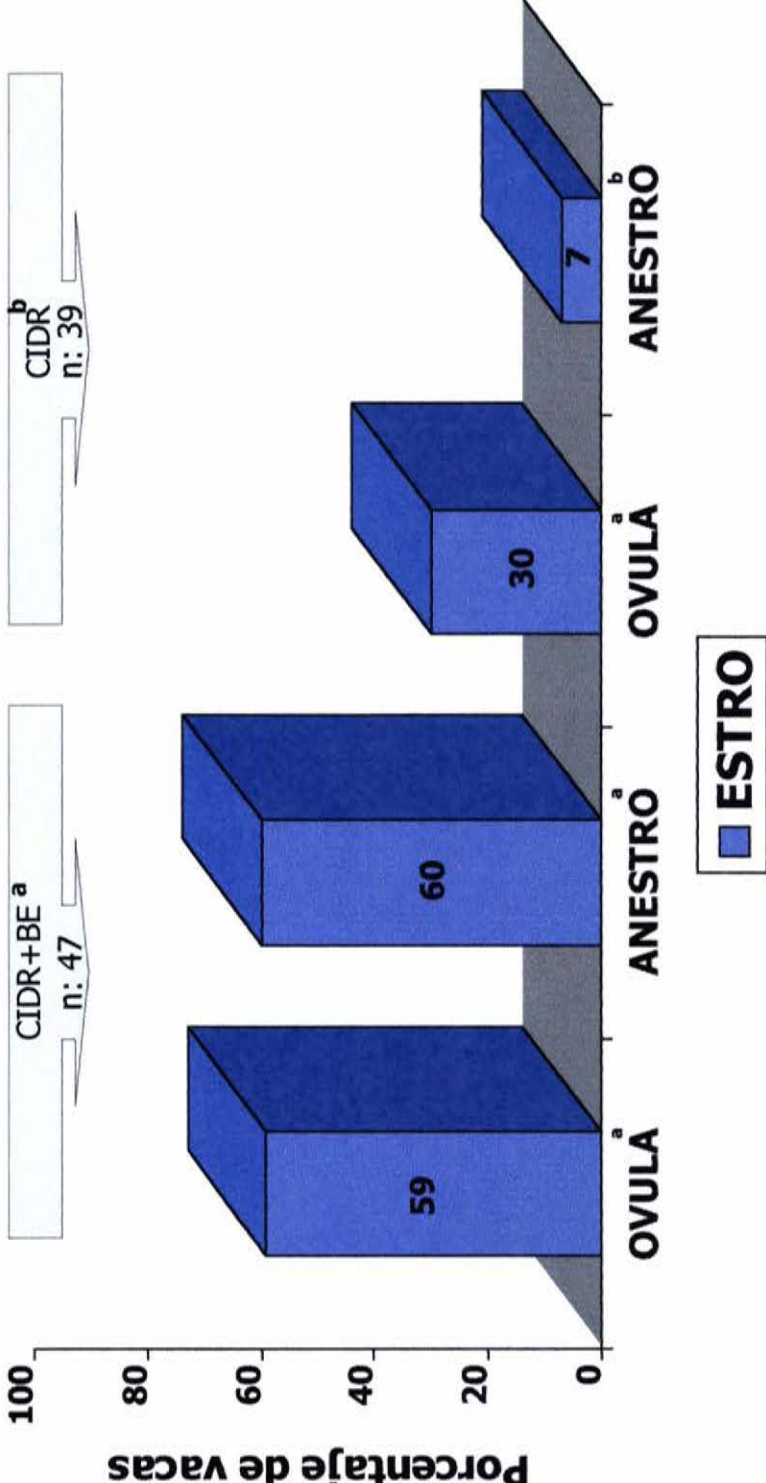
^{a, b} Los valores con literales diferentes son estadísticamente significativos (p < 0.05)

GRÁFICA 6. Tamaños foliculares al inicio del tratamiento y su respuesta al reinicio de la actividad ovárica en los dos tratamientos hormonales, CIDR con inyección de benzoato de estradiol (CIDR+BE) y CIDR sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR)



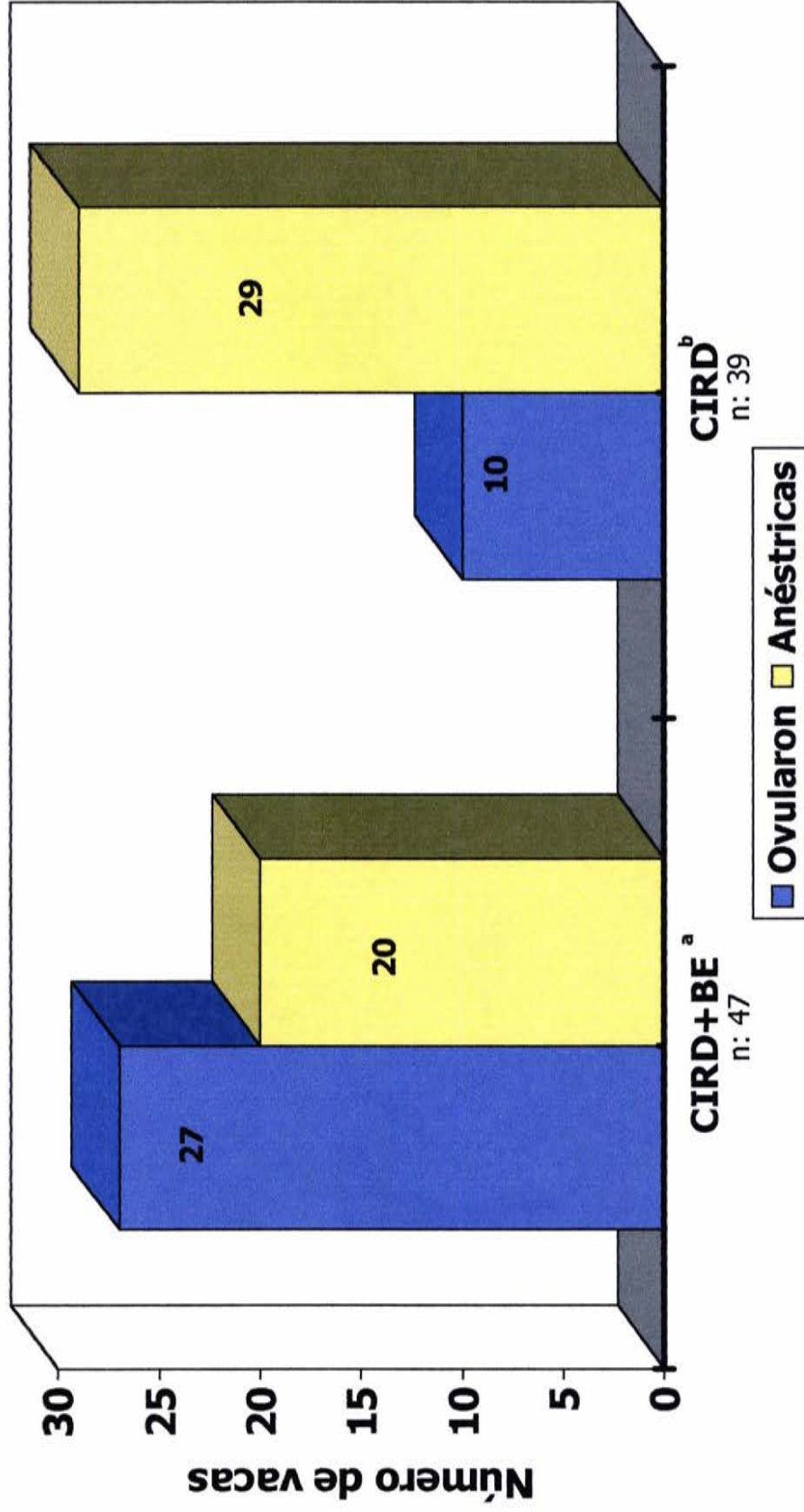
^{a, b} Los valores con literales diferentes son estadísticamente significativos (p < 0.05)

GRÁFICA 7. Porcentaje de manifestaciones de estros en vacas que ovularon y continuaron anéstricas en los dos tratamientos, CIDR con inyección de benzoato de estradiol (CIDR+BE) y CIDR sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR)



^{a, b} Los valores con literales diferentes son estadísticamente significativos (p < 0.05)

GRÁFICA 8. Número de vacas que ovularon en los dos tratamientos hormonales, CIDR con inyección de benzoato de estradiol (CIDR+BE) y CIDR sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR),



^{a, b} Los valores con literales diferentes son estadísticamente significativos ($p < 0.05$)

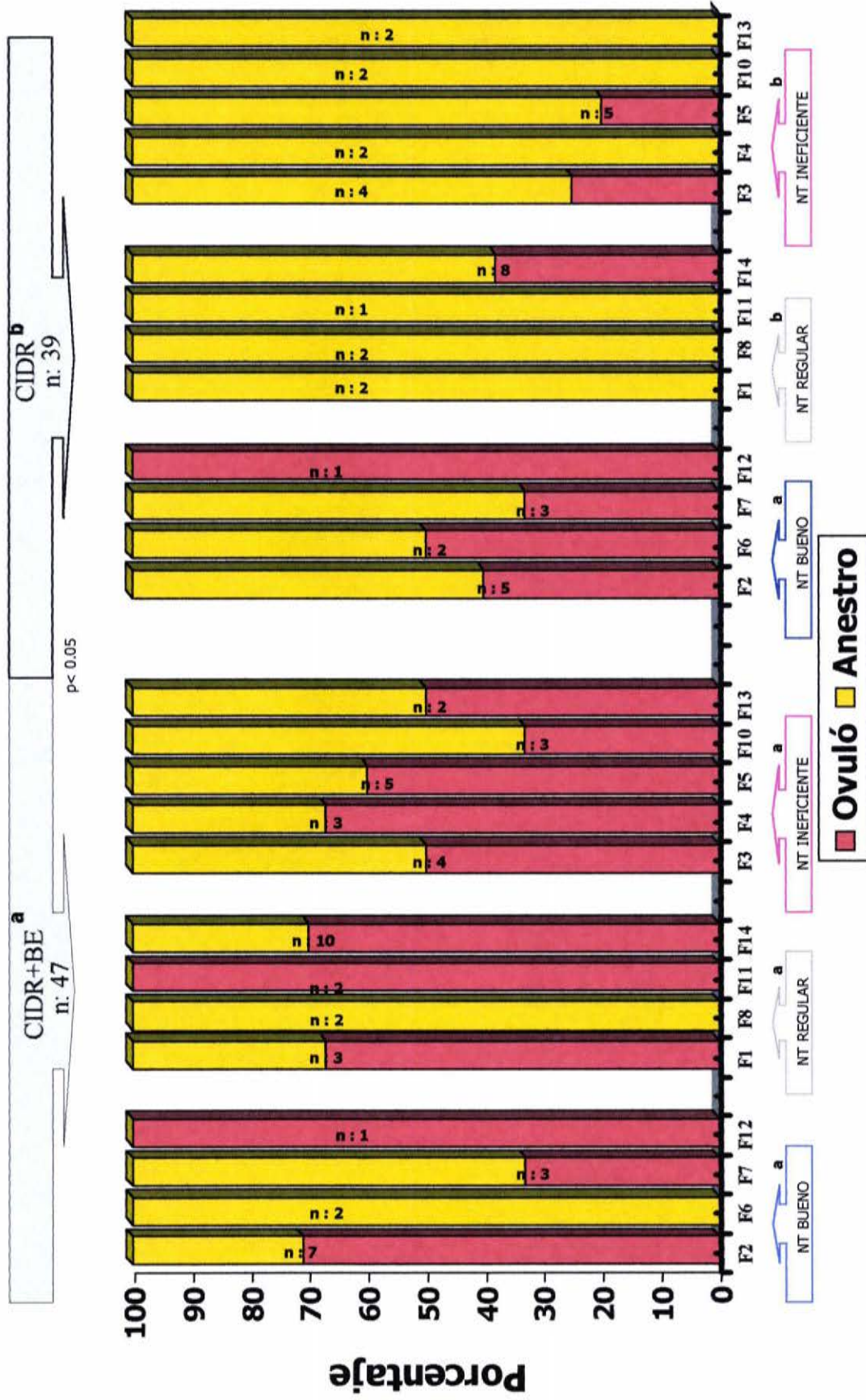
estradiol contrario a la respuesta ovulatoria del tratamiento CIDR sin estrógenos (25% $p < 0.05$).

La respuesta de ovulación de las vacas ubicadas en los diferentes niveles tecnológicos (Gráfica 9), muestra que un 57% de los animales respondieron mejor al utilizar el tratamiento CIDR+BE con respecto al tratamiento CIDR sin benzoato de estradiol (25% $p < 0.05$). En la gráfica también se observa que mientras la respuesta fue igual entre los tres niveles tecnológicos cuando se aplica el estrógeno ($p > 0.05$), en el caso del tratamiento sin la aplicación de estrógenos, solamente el nivel tecnológico bueno respondió mejor con respecto a los niveles tecnológico regular y deficiente $p = 0.075$

El cuadro 7 presenta el número de vacas que ovularon en los dos tratamientos estratificadas por grado de mestizaje, edad, número de partos y días postparto. El grado de mestizaje usado en las fincas de estudio, existe una mejor respuesta ovulatoria en el tratamiento CIDR + BE presentado en el mestizaje PsxCe en un 36% en relación con el mestizaje HoxCe ($p < 0.05$), contrario lo observado en el tratamiento CIDR sin inyección de estrógenos, en donde no existió diferencia ($p > 0.05$). Con referencia a la estratificación dada según su edad, número de partos y días postparto de las vacas, el porcentaje de animales que ovularon en los dos tratamientos: CIDR con inyección de estrógenos y CIDR sin inyección de estrógenos; mostraron diferencias en la respuesta ovulatoria de las vacas, si aplicamos el estrógeno en los animales menores de 6 años, 3 partos y 74 días postparto ($p < 0.05$), contrario a las hembras de más edad, partos y días postparto, en donde fue indiferente si se aplicaba el estrógeno o no ($p > 0.05$).

La gráfica 10 muestra la evolución de la condición corporal con respecto a los animales tratados con CIDR más la inyección de estrógenos, y CIDR sin

GRÁFICA 9. Porcentaje de ovulaciones en vacas anéstricas en dos tratamientos hormonales, CIDR con inyección de benzoato de estradiol (CIDR+BE) y CIDR sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR), estratificadas por el nivel tecnológico de la finca (buena, regular, ineficiente)



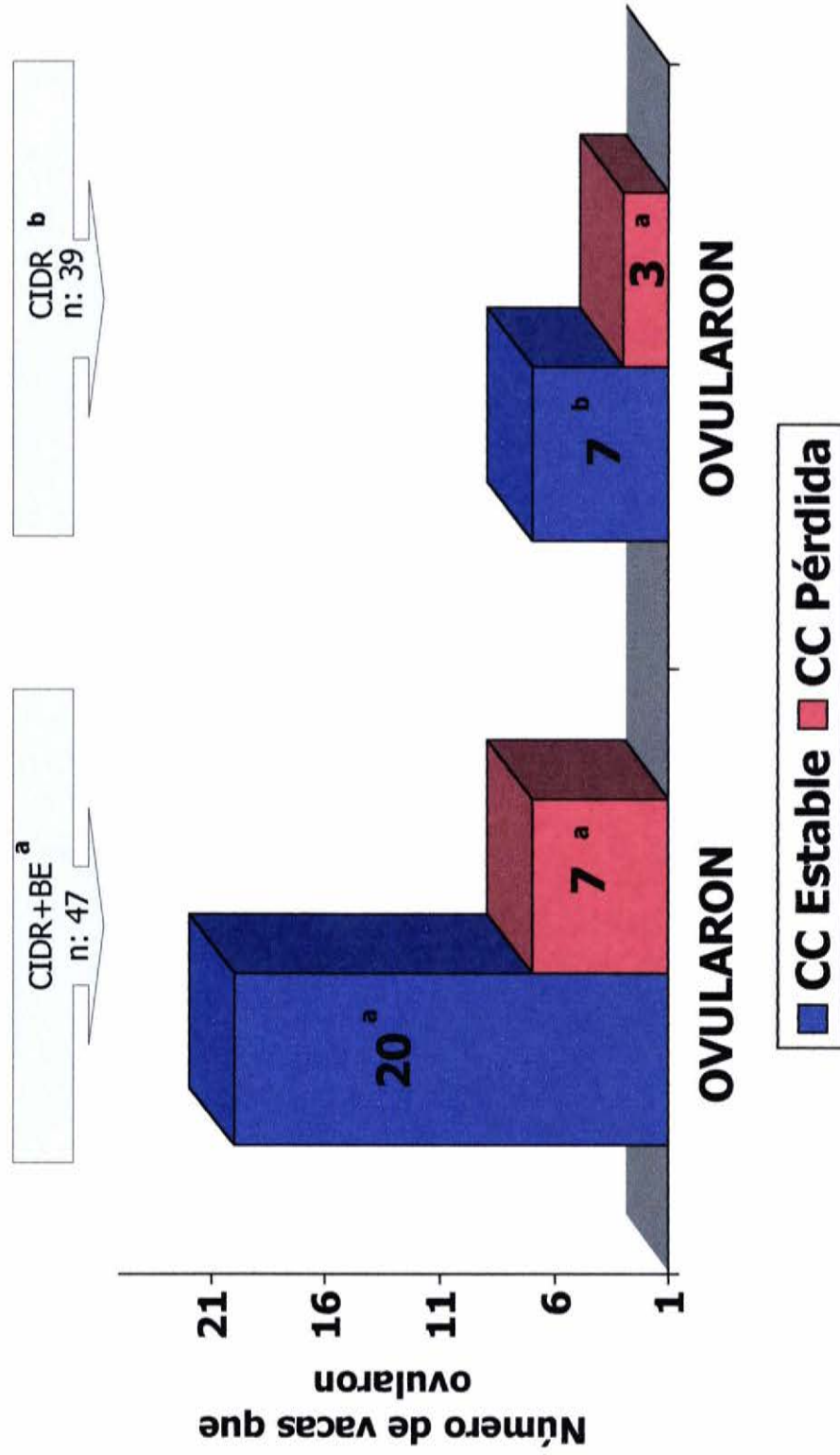
CUADRO 7 Número de vacas que ovularon en los dos tratamientos, CIDR con inyección de benzoato de estradiol (CIDR+BE) y CIDR sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR); estratificadas por grado de mestizaje, edad, número de partos y días postparto

CARACTERÍSTICA	GRUPOS						TOTAL n:86
	CIDR+BE n:47		CIDR n:39		ANESTRICAS		
	OVULARON	ANESTRICAS	OVULARON	ANESTRICAS	OVULARON	ANESTRICAS	
MESTIZAJE							
Holstein x Cebú	10 ^a	2 ^a	5 ^b	14 ^b			31
Pardo Suizo x Cebú	17 ^a	18 ^a	5 ^a	15 ^a			55
EDAD							
3 – 4.5 años	6 ^a	4 ^a	2 ^b	10 ^b			22
5 – 6 años	13 ^a	10 ^a	2 ^b	13 ^b			38
>/= 7 años	8 ^a	6 ^a	6 ^a	6 ^a			26
NÚMERO DE PARTOS							
1 parto	6 ^a	4 ^a	2 ^b	10 ^b			22
2 partos	9 ^a	10 ^a	2 ^b	11 ^b			32
>/= 3 partos	12 ^a	6 ^a	6 ^a	8 ^a			32
DÍAS POSTPARTO							
44 – 64 días	11 ^a	5 ^a	3 ^b	9 ^b			28
65 – 73 días	8 ^a	10 ^a	2 ^b	14 ^b			34
>/= 74 días	8 ^a	5 ^a	5 ^a	6 ^a			24

^a Literal representa que no se encontró diferencias estadísticas ($p > 0.05$)

^{ab} Literal representa que hay diferencias estadísticas ($p < 0.05$)

GRÁFICA 10. Respuesta de ovulación en vacas anéstricas con dos tratamientos hormonales, CIDR con inyección de benzoato de estradiol (CIDR+BE) y CIDR sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR); estratificadas por su condición corporal a través del experimento.



^{a, b} Los valores con literales diferentes son estadísticamente significativos (p < 0.05)

inyección de estrógenos; las vacas que mantuvieron estable su condición corporal tuvieron una mayor respuesta ovulatoria con un 43% con respecto a las hembras que perdieron condición, donde solamente un 15% de los animales ovularon. En los animales del grupo CIDR sin inyección de estrógenos al igual que el tratamiento con BE, la proporción de respuesta ovulatoria en las vacas con condición corporal estable fue mejor que las que perdieron en un 25% con respecto al otro tratamiento ($p < 0.05$).

Al analizar los resultados de gestaciones el total de estas en los dos tratamientos fue de tan solo el 10.5% (9/86), no encontrándose diferencia significativa entre tratamiento CIDR+BE y CIDR sin aplicación de estrógenos ($p > 0.05$). Es importante resaltar que aunque no existió diferencia entre tratamientos si la hubo cuando los animales fueron estratificados según los días postparto, mostrando diferencia en vacas con período postparto mayor de 73 días ($p < 0.05$) en comparación a las vacas con menos días postparto (cuadro 8).

La gráfica 11 muestra que si la elección fuera de aplicar el semen a todas las hembras independientemente de que mostraran estro a una hora predeterminada, tuviese la posibilidad teórica de gestar 27 de las 47 con el tratamiento hormonal CIDR con inyección de estrógenos; ya que, solamente estas forman un (CL). En el caso del tratamiento CIDR sin inyección de estrógenos, solamente 10 de las 39 hembras tendrían la posibilidad de haber gestado; todo esto teniendo en cuenta la respuesta a la ovulación obtenida. Si la decisión fuera inseminar a los animales que muestran estro con el tratamiento CIDR+BE, se habría podido gestar 16 de las 28 vacas, ya que estas formaron un CL, en cambio en el tratamiento CIDR sin inyección de estrógenos, se habría logrado gestar 3 de las 5 hembras que manifestaron estro.

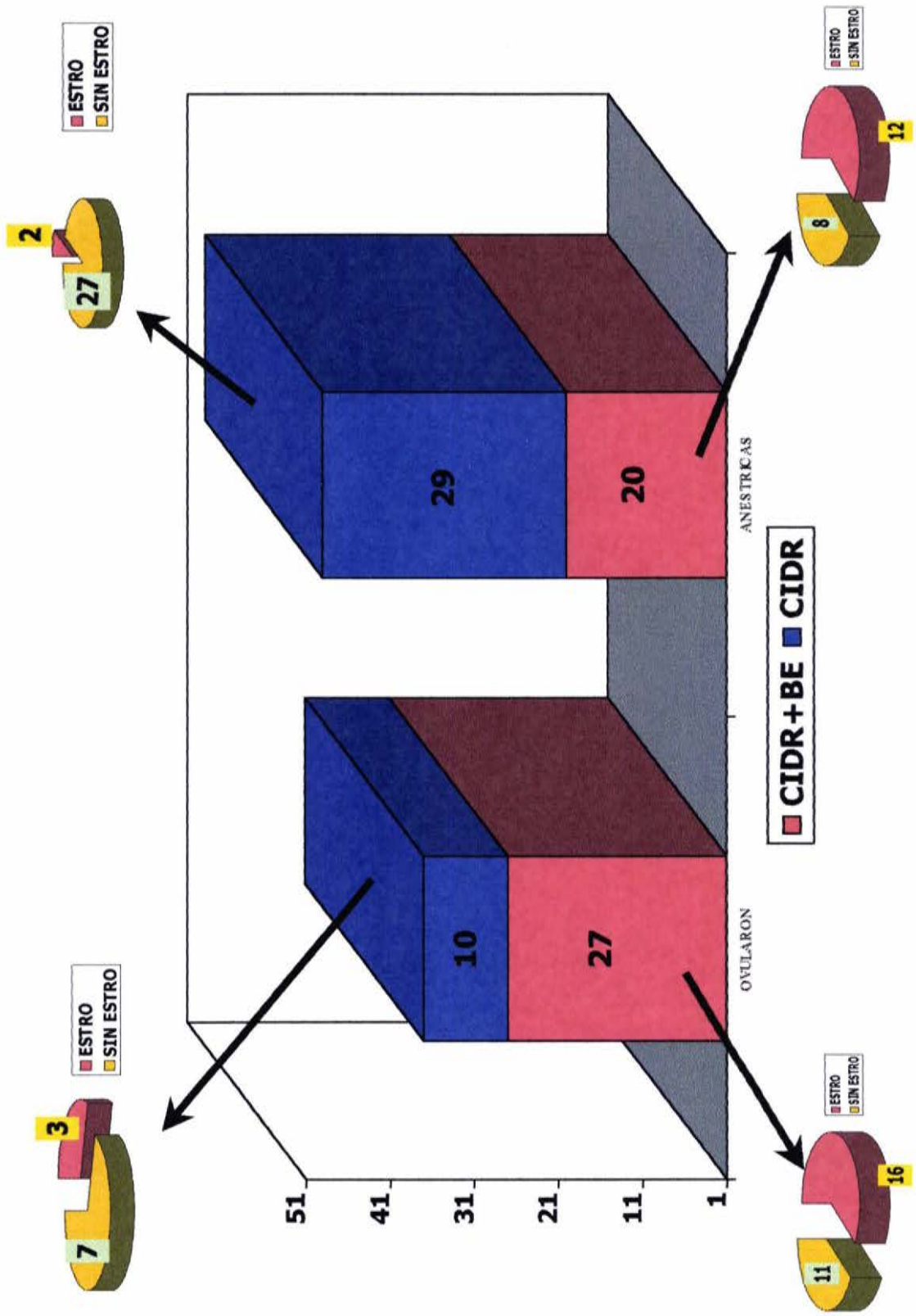
CUADRO 8. Número de vacas gestantes y vacías en los dos tratamientos, CIDR con inyección de benzoato de estradiol (CIDR+BE) y CIDR sin inyección de benzoato de estradiol (CIDR)

CARACTERÍSTICA	GRUPOS				TOTAL n:86
	CIDR+BE ^a n:47		CIDR ^a n:39		
	GESTANTES	VACIAS	GESTANTES	VACIAS	
NIVEL TECNOLÓGICO					
Bueno	2 ^a	11 ^a	2 ^a	9 ^a	24
Regular	3 ^a	14 ^a	0 ^a	13 ^a	30
Ineficiente	1 ^a	16 ^a	1 ^a	14 ^a	32
MESTIZAJE					
Holstein x Cebú	2 ^a	10 ^a	1 ^a	18 ^a	31
Pardo Suizo x Cebú	4 ^a	31 ^a	2 ^a	18 ^a	55
EDAD					
3 – 4.5 años	3 ^a	7 ^a	0 ^a	12 ^a	22
5 – 6 años	2 ^a	21 ^a	1 ^a	14 ^a	38
>/= 7 años	1 ^a	13 ^a	2 ^a	10 ^a	26
NÚMERO DE PARTOS					
1 parto	3 ^a	7 ^a	0 ^a	12 ^a	22
2 partos	1 ^a	18 ^a	1 ^a	12 ^a	32
>/= 3 partos	2 ^a	16 ^a	2 ^a	12 ^a	32
DÍAS POSTPARTO					
44 – 64 días	0 ^a	16 ^a	1 ^a	11 ^a	28
65 – 73 días	2 ^a	16 ^a	0 ^a	16 ^a	34
>/= 74 días	4 ^b	9 ^b	2 ^a	9 ^a	24
CONDICIÓN CORPORAL					
CC Estable	4 ^a	29 ^a	3 ^a	23 ^a	59
CC Pérdida	2 ^a	12 ^a	0 ^a	13 ^a	27

^a Literal representa que no se encontró diferencias estadísticas ($p > 0.05$)

^{ab} Literal representa que hay diferencias estadísticas ($p < 0.05$)

GRÁFICA 11 . Ovulaciones totales en vacas que presentaron estro y no en los dos tratamientos hormonales, CIDR con inyección de benzoato de estradiol (CIDR+BE) y CIDR sin inyección de estradiol (CIDR)



VII. DISCUSIÓN

La base del estudio fue la evaluación del reinicio de la actividad ovárica mediante el uso de progestágenos administrados en dispositivos vaginales y estrógenos en vacas anéstricas doble propósito, incorporadas al programa reproductivo por pequeños productores en diferentes niveles de adopción de tecnología.

Uno de los principales limitantes que enfrentan los productores que se dedican a la cría de ganado doble propósito es el amplio intervalo que existe entre el parto y el reinicio de la actividad ovárica, lo cual repercute en la continuidad de la producción y se refleja en pérdidas económicas (Yavas y Walton, 2000), asimismo este tipo de ganado presenta diversas limitantes, entre ellos se encuentran el bajo rendimiento productivo expresado en escasas ganancias de peso, retraso en los eventos fisiológicos tales como la presentación de la pubertad, reinicio de la actividad ovárica y finalmente pobre desempeño reproductivo. (Galina y Arthur, 1989a).

En el presente trabajo se observó que los animales tratados con un implante de progesterona más la administración de 1 mg por vía IM de Benzoato de Estradiol (BE) respondieron al tratamiento sincronizador, ya que el 60% de ellas manifestaron actividad sexual mientras que solamente el 12% de los animales tratados sin BE presentaron conducta de estro ($p < 0.05$). La diferencia en la respuesta pudiera explicarse con el trabajo realizado por McGuire *et al.* (1990) en el que evaluaron el efecto de la administración exógena de estrógenos a vacas ovariectomizadas, estos investigadores encontraron que la inyección de estrógenos era capaz de producir signos de estro hasta en el 56% de las vacas tratadas. De igual forma Larson y Kiracofe (1995) realizaron una serie de experimentos en

donde ovariectomizaron a un grupo de vacas a las que se les suministró un tratamiento con SMB para ver si presentaban o no signos de estro. La respuesta obtenida fue que el 58% de las hembras mostraron conducta de estro y que sus concentraciones de estradiol fueron mas altas con respecto a las que no lo presentaron.

El efecto de la inyección de estrógenos como un mecanismo que favorece la manifestación de estro en las vacas fue demostrado por Díaz *et al.* (2002) quienes encontraron que los animales inyectados con estrógenos presentaron un alto porcentaje de estros, 92 y 90% para vacas y novillas, siendo diferentes a los grupos que no recibieron la inyección de benzoato de estradiol donde solamente el 60 y 50% respectivamente presentaron estro. Sin embargo los porcentajes de vacas que ovularon fueron similares. Lo anterior sugiere que la administración de estrógenos puede provocar la conducta de estro sin ovulación.

De igual forma, Diskin *et al.* (2001) mostraron que utilizando implantes hipodérmicos o intravaginales de progesterona (IVP4) pueden inducir a un 85% de las hembras a entrar en estro entre 36 y 60 h después del tratamiento. Además, la administración del benzoato de estradiol (BE) mejoró la sincronización del estro después de acabar un período de tratamiento con progesterona (Ryan *et al.*, 1999). Usando este método, el 90% de hembras muestran la signos de estro dentro de 24 horas siguientes (Cavalieri *et al.*, 2002; Cavalieri y Macmillan, 2002). Asimismo la inyección del benzoato de estradiol en un tratamiento con progesterona incrementa el porcentaje de animales con manifestaciones de estro con respecto a los que no han recibido la inyección de estradiol (testigo) (Peters *et al.*, 1977; Figueroa *et al.*, 1988).

La inyección de estrógenos puede realizarse al colocar el implante, al retiro o inclusive 24h después de que ocurrió dicho evento. La respuesta a estos tratamientos puede ser variada. Así Macmillan y Burke (1996) sugirieron que la inyección de estrógenos al momento de colocar el implante de progesterona tiene la función de sincronizar el desarrollo folicular, la de aplicar la inyección de estrógenos al retirarlo tiene como función compactar los estros y la inyección a las 24 horas postretiro busca la sincronía de la ovulación.

En el presente trabajo en el que se inyectaron los estrógenos 24 horas después del retiro del dispositivo de progesterona, sugiere que la inyección es capaz de promover estro en un 60% de las vacas y mas no la inducción de ovulación en el 71% de estas.

Sin embargo en estudios realizados por Basurto *et al.*, 1999 en donde trabajaron con novillonas *Bos indicus* y *Bos taurus* prepúberes aplicando BE a las 24 horas postretiro de la fuente de progesterona, mostraron que el 90% de las hembras manifestaron estro pero solo un 50% ovuló, en comparación a las hembras que no recibieron la inyección de estrógeno, en donde un 50% manifestaron estro y la tasa de ovulación fue del 70%. Esto sugiere que la aplicación del estradiol 24 horas después de retirado el CIDR, bloquea el crecimiento de los folículos pequeños y medianos y, aun cuando potencializa la manifestación sincrónica de estro la tasa de ovulación es menor que cuando se aplica la progesterona sin estradiol.

Por otra parte, la nutrición también puede afectar el diámetro del folículo dominante (Murphy *et al.*, 1991), así, en vacas con una baja condición corporal a pesar de observarse folículos grandes, éstos tienen una baja actividad de biosíntesis de estrógenos *in vitro* (Prado *et al.*, 1990). La combinación de los

efectos de los requerimientos nutritivos de la gestación y los efectos inhibidores del amamantamiento son capaces de disminuir la frecuencia de los pulsos de LH en el periodo postparto temprano, haciendo que el folículo dominante no llegue finalmente a ovular y sé atresie (Stagg *et al.*, 1995).

En cuanto a la población folicular, en el presente trabajo pudo observarse que durante el periodo previo a la colocación del dispositivo, las vacas respondieron mejor al reinicio de la actividad ovárica en un 68% en respuesta a la inyección de estrógeno cuando los folículos tenían un tamaño mayor a 10 mm, en comparación al 35% de los animales que respondieron al reinicio de la actividad ovárica cuando no se le aplicó la inyección de estrógeno, esto sugiere que la inyección del benzoato de estradiol provoca la ovulación en las vacas con folículos mayores de 10 mm.

Los factores que influyen en la duración del anestro postparto son diversos, sin embargo, se puede mencionar como efectos principales el amamantamiento, estado nutricional, estación del año, edad del animal, raza, presencia del toro, factores estresantes y patologías reproductivas tales como retenciones placentarias e infecciones uterinas (Jolly *et al.*, 1995). El nivel tecnológico de la finca tuvo un efecto en el tipo de tratamiento utilizado en la respuesta de estro, sobre todo si las hembras no recibían la inyección de benzoato de estradiol. Así, las hembras ubicadas en las fincas con un nivel tecnológico bueno la respuesta a estro fueron significativamente mejor que las hembras ubicadas en las fincas con niveles tecnológicos regulares y deficientes. El nivel tecnológico bueno al estar asociado con medidas de manejo adecuadas, así como, con eficiente infraestructura tanto humana como material, son posiblemente capaces de detectar signos débiles de estro ya que su eficiencia es mayor. Resultados similares fueron encontrados por Páez *et al.* (1998) quienes demostraron que los productores clasificados como nivel

tecnológico óptimo en donde su desempeño de manejo de la finca estuvo clasificada por una buena gestión empresarial, un buen manejo del recurso forrajero existentes, tuvieron mejor producción de leche/día al alcanzar promedios por arriba de 7 lts/animal. En contraste con los productores con niveles tecnológicos intermedio y tradicional en donde el desempeño mostrado es bajo con producciones de 3 lts, con un manejo de forrajes ineficiente y una gestión empresarial débil.

Contrario a lo anterior, el nivel tecnológico no tuvo influencia en el porcentaje de hembras que detectamos en estro cuando aplicamos la inyección de benzoato de estradiol. Asimismo, Barrientos (1999) en un estudio realizado en el estado de Veracruz encontró que el 93% de los animales a los que se les aplicó el BE tuvieron manifestación de estro a pesar de la gran variabilidad de la muestra seleccionada para recibir el tratamiento, la cual incluía hembras de explotaciones distintas y estados fisiológicos diferentes. Todo esto sugiere que el benzoato de estradiol promueve la respuesta a estro, haciendo que exista una mayor facilitación social entre las hembras y que se presente más actitudes de monta. Humik *et al.* (1975) encontraron que el número de montas iniciadas incrementaba de una media de 11 con solo una vaca en estro, a 36 con dos y a 53 con tres vacas en estro en el mismo tiempo. Igualmente, Williamson *et al.* (1972) observaron que a mayor número de vacas en estro, mayor número de montas.

Recientes investigaciones han puesto de manifiesto el efecto que tiene el estado nutricional del animal reflejado en la puntuación de la condición corporal sobre el reinicio de la actividad ovárica, así Sinclair *et al.* (2002) observaron que la puntuación de la condición corporal al parto es más importante que el consumo de nutrientes seguidos del parto, es decir, las vacas que paren con una buena condición corporal (3, en una escala de 0 a 5) tienen intervalos menores (48 días)

entre el parto y la primera ovulación en comparación con las vacas que paren con bajas puntuaciones de condición corporal (2) que ovulan hasta el día 55 postparto. Los resultados del presente ensayo concuerdan con la hipótesis de que animales que mantienen la condición corporal tiene una mayor posibilidad de reiniciar su actividad ovárica. Así, los animales que recibieron el tratamiento inductor más la administración de BE y que además mantuvieron su condición corporal presentaron una mayor proporción de animales con reinicio de la actividad ovárica (43%) mientras que en las vacas que perdieron condición corporal más el tratamiento con estrógenos solamente el 15% de ellas reinician la actividad ovárica. Respecto a los animales que no recibieron BE, la proporción de animales que reiniciaron su actividad ovárica con condición corporal estable fue del 18% y las que perdieron pero aún así reiniciaron su actividad fue del 8%. Los presentes resultados tienden a sugerir que con la administración de estrógenos más el mantenimiento de la condición corporal, la respuesta al reinicio de la actividad ovárica puede ser mejor que en aquellos que no reciben BE y que además pierden puntos de condición corporal.

El efecto de la administración del BE propició que más de la mitad de las vacas reinicien su actividad ovárica con respecto a las que continuaron en anestro. En contraste, las vacas que no recibieron el benzoato de estradiol, solamente el 26% reiniciaron su actividad ovárica, lo anterior puede explicarse por el hecho de que la inyección de estrógenos 24 horas después de remover el implante es capaz de inducir el pico preovulatorio de LH (Hanlon *et al.*, 1997). Contrariamente el omitir esta parte del tratamiento parece no favorecer la liberación de LH ni de promover la conducta de estro. La naturaleza del presente estudio no permite delimitar si el problema es por falta de receptores de estrógenos en el ovario, de señal del folículo con el hipotálamo o de una liberación incorrecta de la hormona luteinizante. Es obvio que es necesario otro tipo de estudios para evaluar estos

fenómenos, así como de cuantificar que la inyección de benzoato de estradiol 24 horas después de retirada la fuente de progesterona es capaz de inducir un estro ovulatorio y fértil en ganado doble propósito explotado bajo condiciones tropicales, donde la crudeza medioambiental y la deficiente alimentación inhiben la expresión zootécnica del animal.

Martínez *et al.* (2000) evaluaron el efecto de la administración de estrógenos en tratamientos sincronizadores a base de progestágenos (CIDR-B), encontrando que con el uso de estrógenos las tasas finales de gestación fueron del 60%, en adición Bridges *et al.* (1999) observaron que con la administración de doble dosis de benzoato de estradiol (2 mg im al colocar el implante intravaginal de progesterona y 1 mg im al retirarlo) las tasas de preñez se situaron alrededor del 60%. En el presente estudio lo limitado de la muestra animal para medir fertilidad impide obtener conclusiones terminales, sin embargo el efecto obtenido aunque no fue estadísticamente significativo con la aplicación del benzoato de estradiol en gestaciones fue superior en el grupo de hembras que no llevaron inyección de estrógenos. Este punto es importante, si se considera que los dos grupos tratados, estaban en anestro y sugiere que la inyección de estrógenos puede favorecer el establecimiento de la ciclicidad y promover un estro fértil después del tratamiento.

VIII. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó este estudio, se puede concluir que:

1. El hecho de aplicar 1 mg de benzoato de estradiol a las 24 horas de retirar el tratamiento de progesterona natural, tendió a incrementar el porcentaje de vacas en estro, favoreciendo su manifestación y su concentración, igualmente incrementó el porcentaje de animales que reiniciaron su actividad ovárica.
2. El nivel tecnológico de las fincas, dado por su capacidad de gestión, mejores praderas, y su manejo sanitario adecuado, se vió reflejado en una mejor respuesta a la manifestación a estro y reinicio de la actividad ovárica en las fincas ubicadas con un nivel tecnológico bueno.
3. Los animales que mantuvieron la condición estable durante el trabajo respondieron mejor al tratamiento hormonal en comparación a los animales que perdieron peso.
4. El tratamiento de progestágenos con o sin benzoato de estradiol promueve la ciclicidad en las hembras entre 45 – 95 días postparto, dependiendo la respuesta de la condición corporal y el tamaño de los folículos al momento del tratamiento.
5. El estratificar productores de acuerdo a su nivel tecnológico de producción se considera como un vehículo adecuado para justificar la adopción de nuevas tecnologías que mejoren sus programas reproductivos.

6. La justificación económica de dichos tratamientos dependerá del número de animales que mantengan la condición corporal.

VI. LITERATURA CITADA

- 1 Abraham G.E., Malimos F.S., Garza R. (1977) Radioinmunoassay of esteroids in: Hand book radioinmunoassay. Ed. Abraham, G.E., Dekker, M. Inc. New York-
- 2 Adeyemo O., Heath E. (1980) Plasma progesterone concentration in *Bos taurus* and *Bos indicus* heifers. *Theriogenology* 14: 411-419.
- 3 Agarwal S.P., Rahman S.A., Laumas K.R., Agarwal V.K., Ahmad A. (1977) Studies on steroid hormones: Progesterone concentration in the blood serum of zebu cows during oestrous cycle. *Indian Journal of Animal Science* 47: 715-719.
- 4 Alberio R.H., Schiersmann G., Carou N., Mestre J. (1987) Effect of teaser bull on ovarian and behavioural activity of suckling beef cow. *Animal Reproduction Science* 14: 263-272.
- 5 Aldana, C. (1990) Productividad y rentabilidad en sistemas de producción de leche en Colombia, en: *Coyuntura Agropecuaria*, Vol. 7, No 2, segundo semestre. Bogotá Colombia.
- 6 Aluja A., McDowell R.E. (1984) Decision making by livestock/crop small holders in the state of Veracruz, Mexico. Cornell International Agriculture *Mimeograph* 105. *Department of Animal Science*, Cornell University, Ithaca, New York.
- 7 Anta E., Rivera J.A., Galina C., Porras A., Zarco L., (1989) Análisis de la información publicada en México sobre la eficiencia reproductiva de los bovinos. II. Para ´metros reproductivos. *Veterinaria. México*. 20: 19-25.
- 8 Arthur G.H., Noakes D.E., Pearson H.(1996) *Veterinaria y Obstetricia en Veterinaria Sexta edición España* Mc Graw Hill.
- 9 Azzam S.M., Werth L.A., Kinder J.E., Nielsen M.K. (1991) Distribution of time to first postpartum estrus in beef cattle. *Journal of Animal Science* 69: 2563-2570.

- 10 Badinga L., Collier R.J., Thatcher W.W., Wilcox C.J. (1985) Effects of climatic and management factors on conception rate of Dairy Cattle in Subtropical environment. *Journal of Dairy Science* 68: 78-85.
- 11 Barrientos M.M. (1999) Evaluación del efecto de dispositivos vaginales que contienen progesterona natural de liberación prolongada (CIDR) y benzoato de estradiol, sobre la fertilidad y actividad ovárica en ganado bovino, bajo las condiciones del trópico húmedo mexicano. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnia. UNAM. México.
- 12 Bastidas P., Troconiz J., Verde O., Silva O. (1984) Effect of restricted suckling on pregnancy rates and calf performance in brahman cows. *Theriogenology* 21: 289-294.
- 13 Basurto C.H., Alonso D.M.A., González G.S. (1999) Eficiencia reproductiva en vacas cebú en amamantamiento restringido, tratadas con norgestomet y PMSG en empadre estacional en el trópico húmedo. *Memorias del XXIII Congreso Nacional de Buiatria*. Aguascalientes (Aguascalientes) México, Asociación de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos. AC. México pp 139.
- 14 Baumgartner A., Reichel E. (1975) The word water balance. *Elsevier*. New York. pp 179.
- 15 Bell D.J., Spitzer J.C., Burns G.L. (1998) Comparative effects of early weaning or once-daily suckling on occurrence of postpartum estrus in primiparous beef cows. *Theriogenology* 50: 707-715.
- 16 Bellows R.A., Short R.E. (1978) Effects of precalving feed level on birth weight, calving difficulty and subsequent fertility. *Journal of Animal Science* 46: 1522-1528.
- 17 Bluntzer J.S., Forrest D.W., Harms P.G., Beverly J.R., Long C.R. (1989) Effect of suckling manipulation on postpartum reproduction in primiparous Brahman-cross cows. *Theriogenology* 32: 893-899.
- 19 Bo G.A., Adams G.P., Caccia M., Martínez M., Pierson R.A., Mapletoft R.J.

- (1995^a) Ovarian follicular wave emergence after treatment with progestagen and estradiol in cattle. *Animal Reproduction Science* 39: 193-204.
- 18 Bo G.A., Adams G.P., Pierson R.A., Mapletoft R.J. (1995b) Exogenous control of follicular wave emergence in cattle. *Theriogenology* 43: 31-40
- 20 Bo G.A., Caccia M., Tribulo H., Adams G.P., Pierson R.A., Mapletoft R.J. (1994) Synchronous ovulation in heifers treated with E-17beta and CIDR-B vaginal devices. Proc *Can Society Animal Science*, Regina, SK 284 abstr.
- 21 Bossis I., Wettemann R.P., Welty S.D., Vizcarra J.A., Spicer L.J., Diskin M.G. (1999) Nutritionally induced anovulation in beef heifers: Ovarian and endocrine fuction preceding cessation of ovulation. *Journal of Animal Science* 77: 1536-1546
- 22 Breuel K.F., Lewis P.E., Inskip E.K., Butcher R.L. (1993) Endocrine profiles and follicular development in early-weaned postpartum beef cows. *Journal of Reproduction and Fertility* 97: 205-212.
- 23 Bridges P.J., Lewis P.E., Wagner W.R., Inskip E.K. (1999) Follicular growth, estrus and pregnancy after fixed-time insemination in beef cows treated with intravaginal progesterone inserts and estradiol benzoate *Theriogenology* 52: 573-583.
- 24 Brink J.J., Kiracofe G.H. (1988) Effect of oestrus cycle stage at syncromate-B treatment on conception and time to estrous in cattle *Theriogenology* 29: 513-522.
- 25 Browning R. Jr., Robert B.S., Lewis A.W., Neuendorff D.A., Randel R.D. (1994) Effects of postpartum nutrition and once-daily suckling on reproductive efficiency and preweaning calf performance in fall-calvin Brahman (*Bos indicus*) cows. *Journal of Animal Science* 72: 984-989
- 26 Burke C.R., Mussard M.L., Grum D.E., Day M.L. (2001) Effects of maturity of the potential ovulatory follicle on induction of oestrus and ovulation in cattle with oestradiol benzoate. *Animal Reproduction Science* 66: 161-174.

- 27 Burns P.D., Spitzer J.C. (1992) Influence of biostimulation on reproduction in postpartum beef cows. *Journal of Animal Science* 70: 358-362.
- 28 Butler W.R. (2000) Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Animal Reproduction Science* 60-61: 449-457.
- 29 Caccia M., Bo G.A. (1998) Follicular wave emergence following treatment of CIDR-B implanted beef cows with estradiol benzoate and progesterone. *Theriogenology* 49: 341 abstr.
- 30 Canfield R.W., Butler W.R. (1990) Energy balance and pulsatile LH secretion in early postpartum dairy cattle. *Domestic Animal Endocrinology* 7: 323-330
- 31 Cavalieri, J., Coleman, C., Rodrigues, H., MacMillan, K.L., Fitzpatrick, L.A. (2002) The effect of timing of administration of oestradiol benzoate on characteristics of oestrus, timing of ovulation and fertility in *Bos Indicus* heifers synchronised with a progesterone releasing intravaginal insert. *Australian Veterinary Journal* 80, 217-223.
- 32 Cavalieri, J., Macmillan, K.L. (2002) Synchronisation of oestrus and reproductive performance of dairy cows following administration of oestradiol benzoate or GnRH during a synchronised pro-oestrus. *Australian Veterinary Journal* 80: 486-493.
- 33 Colazo M.G., Sefchek M., Illuminanti H., Meglia G., Schmitdt E., Bo G.A. (1999) Fixed-time artificial insemination in beef cattle using CIDR-B devices, progesterone and estradiol benzoate. *Theriogenology* 51: 404 abstr.
- 34 Collier R.J, Beede D.K., Thatcher W.W., Israel L.A., Wilcox C.J. (1982) Influences of environment and Its modification on dairy animal health and production. *Journal of Dairy Science* 65: 2213-2227.
- 35 Cupp A.S., Roberson M.S., Stumpf T.T., Wolfe M.W., Werth L.A., Kojima N., Kittok R.J., Kinder J.E. (1993) Yearling bulls shorten the duration of postpartum anestrus in beef cows to the same extent as do mature bulls. *Journal of Animal Science* 71: 306-309.

- 36 Cushwa W.T., Bradford G.E., Stabenfeldt G.H., Berger Y.M., Dally M.R. (1992) Ram influence on ovarian and sexual activity in anestrus ewes: Effects of isolation of ewes from rams before joining and date of ram introduction. *Journal of Animal Science* 70: 1195-1200.
- 37 Custer E.E., Berardinelli J.G., Short R.E., Wehrman M., Adair R. (1990) Postpartum interval to estrus and patterns of LH and progesterone in first-calf suckled beef cows exposed to mature bulls. *Journal of Animal Science* 68: 1370-1377.
- 38 Cutaia L., Moreno D., Villata M.L., Bo G.A. (2001) Synchrony of ovulation in beef cows treated with progesterone vaginal devices and estradiol benzoate administered at device removal or 24 hours later. *Theriogenology* 55: 244 abstr.
- 39 Cutaia L., Tribulo R., Tegli J., Moreno D., Bo G.A. (2002) The use of estradiol and progesterone devices during mid-diestrus to synchronize return to estrus in beef cows and heifers. *Theriogenology* 57: 373 abstr.
- 40 Day M.L., Burke C.R., Taufu V.K., Day A.M., Macmillan K.L. (2000) The strategic use of estradiol to enhance fertility and submission rates of progestin-based estrus synchronization programs in dairy herds. *Journal of Animal Science* 78: 523-529.
- 41 Díaz G.S., Galina C.S., Basurto C.H., Ochoa G.P. (2002) Efecto de la progesterona natural con o sin la adición de benzoato de estradiol sobre la presentación de celo, ovulación y gestación en animales tipo *Bos indicus* en el trópico mexicano. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 34: 235-243.
- 42 Díaz T., Manzo M., Trocóniz J., Benacchio N., Verde O. (1986) Plasma progesterone levels during the estrous cycle of Holstein and Brahman cows, carora type and cross-bred heifers. *Theriogenology* 26: 419-432.
- 43 Dimmick M.A., Gimenez T., Spitzer J.C. (1991) Ovarian endocrine activity and development of ovarian follicles during the postpartum interval in beef cows.

- Animal of Reproduction Science* 24: 173-183.
- 44 Diskin, M.G., Sreenan, J.M., Roche, J.F., 2001. Controlled breeding systems for dairy cows. Fertility in the high-producing dairy cow. *British Society Animal Science Occasional Publication*. 26, 175–193.
 - 45 Du Preez J.H., Gieseck W.H., Hattingh P.J. (1990) Heat Stress in Dairy Cattle and other livestock under Southern African Conditions. I. Temperature – Humidity Index mean values during the four main seasons. Onderstepoort *Journal Veterinary Research*. 57: 77 – 87
 - 46 Du Preez J.H., Terblanche S.J., Giesecke W.H., Maree C., Welding M.C. (1991) Effect of heat stress on conception in a dairy herd model under South African conditions. *Theriogenology* 35: 1039 -1049.
 - 47 Dunlap S.E., Vincent C.K. (1971) Influence of postbreeding thermal stress on conception rate in beef cattle. *Journal of Animal Science* 32: 1216-1218.
 - 48 Dunn T.G., Kaltenbach C.C. (1980) Nutrition and the postpartum interval of the ewe, sow and cow. *Journal of Animal Science* 51 (suppl 2): 29-35.
 - 49 Dziuk P.J., Bellows R.A. (1983) Management of reproduction of beef cattle, sheep and pigs. *Journal of Animal Science*. 57 (suppl. 2): 355-379.
 - 50 Edmonson A.J., Lean I.J., Weaver L.D., Farver T., Webster G. (1989) A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* 72: 68-78.
 - 51 Edwards S. (1985) The effects of short term calf removal on pulsatile LH secretion in the postpartum beef cow. *Theriogenology* 23: 777-785.
 - 52 Esslemont R.J. (1992) Measuring dairy herd fertility. *Veterinaria Record* 131: 209-212.
 - 53 Fabre-Nys C., Poindron P., Signored J.P. (1993) Reproductive behavior. In: King GJ (ed). *Reproduction in Domesticated Animals*. *Elsevier Publisher*. Amsterdam

- 54 Fahmi H.A., Williamson N.B., Tibary A., Hegstard R.L. (1985) The influence of some sample handling factors on progesterone and testosterone analysis in goats. *Theriogenology* 24: 227-233.
- 55 Fallas, R.A. (1987) Estudio sobre la involución uterina y el reinicio de la actividad ovárica después del parto en vacas F1 (Holstein x Cebú) en el trópico húmedo de México. Tesis de Doctorado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnia. UNAM. México.
- 56 FAO (2002) FAOSTAT Data base.
- 57 Figueroa M.R., Fuquay W.J., Shipley S.K. (1988) Synchronization of estrus in early diestral dairy heifers with Prostaglandin F_{2α} and estradiol benzoate. *Theriogenology* 30: 1093-1096.
- 58 Fike K.E., Day M.L., Inskeep E.K., Kinder J.E., Lewis P.E., Short R.E., Hafs H.D. (1997) Estrus and luteal function in suckled beef cows that were anestrous when treated with an intravaginal device containing progesterone with or without a subsequent injection of estradiol benzoate. *Journal of Animal Science*. 75: 2009–2015.
- 59 Galina C.S., Arthur G.H. (1989a) Review of cattle reproduction in the tropics Part 3. Puerperium *Animal Breeding Abstracts* 57: 899-910.
- 60 Galina C.S., Arthur G.H. (1989b) Review of cattle reproduction in the tropics. Part 2. Parturition and calving intervals. *Animal Breeding Abstracts* 57: 679-686
- 61 García E. (1981) Modificaciones al sistema de clasificación climática de koppen. 3ª Ed. *Intituto de Geografía*, UNAM, México, D.F. pp 143-201.
- 62 Gasque G.R y Ochoa G.P. (1996) El ganado de doble propósito (F1) en México y el mundo: Estudio recapitulativo. *XX Congreso Nacional de Buiatria*. Acapulco Guerrero Agosto 14-17 pp 361-365.
- 63 Gazal O.S., Leshin L.S., Stanko R.L., Thomas M.G., Keisler D.H., Anderson L.L., Williams G.L. (1998) Gonadotropin-releasing hormone secretion into third-ventricle cerebrospinal fluid of cattle: Correspondence with the tonic and

- surge release of luteinizing hormone and its tonic inhibition by suckling and neuropeptide Y. *Biology of Reproduction* 59: 676-683.
- 64 Geary T.W., Whittier J.C., Downing E.R., LeFever D.G., Silcox R.W., Holland M.D., Nett T.M., Niswender G.D. (1998) Pregnancy rates of postpartum beef cows that were synchronized using Syncro-Mate B® or the Ovsynch protocol. *Journal of Animal Science* 76: 1523-1527.
- 65 Ginther O.J., Kastelic J.P., Knopf L. (1989) Composition and characteristics of follicular waves during the bovine estrous cycle. *Animal Reproduction Science* 20: 187-200.
- 66 Gong J.G. (2002) Influence of metabolic hormones and nutrition on ovarian follicle development in cattle: Practical implications. *Domestic Animal Endocrinology* 23: 229-241.
- 67 González P.E. (1979) Comportamiento reproductivo de vacas con aumentos de peso controlado antes y después del parto. *Técnica Pecuaria México*. 36:40-45.
- 68 González-Stagnaro C. (2002) Manejo de los problemas reproductivos en bovinos doble propósito en medio tropical. *XXV Curso Internacional de reproducción animal* Madrid, España pp 73-79.
- 69 Griffith M.K., Williams G.L. (1996) Roles of maternal vision and olfaction in suckling-mediated inhibition of luteinizing hormone secretion, expression of maternal selectivity, and lactational performance of beef cows. *Biology of Reproduction* 54: 761-768.
- 70 Gwazdauskas F.C., Thatcher W.W., Wilcox C.J. (1973) Physiological, environmental, and hormonal factors at insemination which may affect conception. *Journal of Dairy Science* 56: 873-877.
- 71 Gwazdauskas F.C., Wilcox C.J., Thatcher W.W. (1975) Environmental and managemental factors affecting conception rate, in a subtropical climate. *Journal of Dairy Science* 58: 88-92.

- 72 Hanlon D.W., Williamson N.B., Wichtel J.J., Steffert I.J., Craigie A.L., Pfeiffer D.U. (1997) Ovulatory responses and plasma luteinizing hormone concentrations in dairy heifers after treatment with exogenous progesterone and estradiol benzoate. *Theriogenology* 47: 963-975.
- 73 Hansel W., Convey E.M. (1983) Physiology of the estrous cycle. *Journal of Animal Science* 57 (Suppl. 2): 404-424.
- 74 Hardin D.R., Randel R.D. (1983) Effect of monensin on postpartum interval to first estrus and serum LH response to 0, 1, 2 or 4 mg estradiol 17 β at 21 days postpartum. *Theriogenology* 19: 343-353.
- 75 Hoffman D.P., Stevenson J.S., Minto E.J. (1996) Restricting calf presence without suckling compared with weaning prolongs postpartum anovulation in beef cattle. *Journal of Animal Science* 74: 190-198.
- 76 Holmann F., Blake R.W., Hahn M.V., Barker R., Milligan R.A., Oltenacu P.A., Stanton T.L. (1990) Comparative profitability of purebred and crossbred Holstein herds in Venezuela. *Journal of Dairy Science* 73: 2190-2205.
- 77 Humphrey W. D., Kaltenbach C. C., Dunn T. G., Koritnik D. R., Niswender G. D. (1983) Characterization of hormonal patterns in the beef cow during postpartum anestrus. *Journal of Animal Science* 56: 445-453.
- 78 Hurnik J.F., King G.J., Robertson H.A. (1975) Estrous and related behaviour in postpartum Holstein cows. *Applied Animal Ethology* 2: 55-58.
- 79 Ingraham R.H., Guillette D.D., Wagner W.D. (1974) Relationship of temperature and humidity to conception rate of Holstein cows in subtropical climate. *Journal of Dairy Science* 57: 476-481.
- 80 Iturbide C.A. (1989) La nutrición y su importancia en la reproducción. *Compilacion de Documentos presentados en actividades de capacitación*. Vol I, CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- 81 Jaeger R.J., Turner H.A., Stormshak F. (1987) Gonadotropin releasing hormone-induced secretion of luteinizing hormone during the milk-ejection

- reflex in the postpartum beef cow. *Journal of Animal Science* 65: 543-547.
- 82 Jiménez P.R. (1997) Posible conducta de imitación (alelometría) en la manifestación de celo en hembras *Bos indicus* sometidas al estímulo de vacas en celo, post-sincronización con progestágenos. Tesis de Licenciatura. Heredia, Heredia Costa Rica: Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela de Medicina Veterinaria. Universidad. Nacional.
- 83 Jiménez S. H. y De los Santos V. S. (1986) Comparación de dos tratamientos hormonales para la resolución del anestro en vacas con cría al pie. *XII Congreso Nacional de Buiatría*. Tampico, Tamaulipas. Pp 624-626
- 84 Jolly P.D., Mc Gwenef C.S., Selenik A.C., Houston E.M. (1995) Reducing postpartum anestrus in first calf *Bos indicus* crossbred beef heifers. III Effect of nutrition on responses to oestrus and associated variation in metabolic hormone. *Australian Journal of Agricultural Research* 47: 927-942.
- 85 Kinder J.E., Whyte T.R., Creed A., Aspden W.J., D'Occhio M.J. (1997) Seasonal fluctuations in plasma concentrations of luteinizing hormone and progesterone in Brahman (*Bos indicus*) and Hereford-Shorthorn (*Bos taurus*) cows grazing pastures at two stocking rates in a subtropical environment. *Animal Reproduction Science* 49: 101-111.
- 86 Knight T.W., Peterson A.J., Payne E. (1978) The ovarian and hormonal response of the ewe to stimulation by the ram early in the breeding season. *Theriogenology* 10: 343-353.
- 87 Lamb G.C., Lynch J.M., Grieger D.M., Minton J.E., Stevenson J.S. (1997) *Ad libitum* suckling by an unrelated calf in the presence or absence of a cow's own calf prolongs postpartum anovulation. *Journal of Animal Science* 75: 2762-2769.
- 88 Lamb G.C., Miller B.L., Lynch J.M., Thompson K.E., Heldt J.S., Löest C.A., Grieger D.M., Stevenson J.S. (1999) Twice daily suckling but not milking with calf presence prolongs postpartum anovulation. *Journal of Animal Science* 77:

- 2207-2218.
- 89 Lammoglia M.A., Short R.E., Bellows S.E., Bellows R.A., MacNeil M.D., Hafs H.D. (1998) Induced and synchronized estrus in cattle: Dose titration of estradiol benzoate in prepubertal heifers and postpartum cows after treatment with an intravaginal progesterone-releasing insert and prostaglandin- $F_{2\alpha}$. *Journal of Animal Science* 76: 1662–1670
 - 90 Larson L.R., Kiracofe G.H. (1995) Estrus after treatment with Syncro-Mate B® in ovariectomized heifers is dependent on the injected estradiol valerate. *Theriogenology* 44: 177-187.
 - 91 Laster D.B., Glimp H.A., Cundiff L.V., Gregory K.E. (1973) Factors affecting dystocia and the effects of dystocia on subsequent reproduction in beef cattle. *Journal of Animal Science* 36: 695-705.
 - 92 Macmillan K.L., Burke C.R. (1996) Effects of oestrus cycle control on reproductive efficiency. *Animal Reproduction Science* 42: 307-320.
 - 93 Macmillan K.L., Peterson A.J. (1993) A new intravaginal progesterone releasing device for cattle (CIDR-B) for oestrus synchronisation, increasing pregnancy rates and the treatment of post-partum anoestrus. *Animal Reproduction Science* 33: 1-25.
 - 94 Macmillan K.L., Taufan V.K., Barnes D.R., Day A.M. (1991) Plasma progesterone concentrations in heifers and cows treated with a new intravaginal device. *Animal Reproduction Science* 26: 25-40.
 - 95 Madalena F.E. (1993) A simple scheme to utilize heterosis in tropical dairy cattle. *World Animal Review*. 74-75: 17-25
 - 96 Madej A., Kindahl H., Woyno W., Edqvist L.E., Stupnicki R. (1984) Blood levels of 15-Keto-13, 14-Dihydro-Prostaglandin $F_{2\alpha}$ during the postpartum period in primiparous cows. *Theriogenology* 21: 279-287.
 - 97 Markusfeld O., Galon N., Ezra E. (1997) Body condition score, health, yield and fertility in dairy cows. *The Veterinary Record* 141: 67-72.

- 98 Martin G.B., Oldham C.M., Lindsay D.R. (1980) Increased plasma LH levels in seasonally anovular Merino ewes following the introduction of rams. *Animal Reproduction Science*. 3:125-132.
- 99 Martínez A., Galina C.S., Basurto H., Lamothe C. y Aluja A. (1988) Evaluación de la actividad reproductiva en diferentes sistemas de producción lechera en el municipio de Tlapacoya: Veracruz. México. *Veterinaria México* 19: 295-301.
- 100 Martínez M.F., Kastelic J.P., Adams G.P., Cook R.B., Mapletoft R.J. (1999) Synchronization of ovulation for fixed-time insemination in heifers. *Theriogenology* 51: 412 abstr.
- 101 Martínez M.F., Kastelic J.P., Adams G.P., Mapletoft R.J. (2000) The use of CIDR-B devices in GnRH/LH-based artificial insemination programs. *Theriogenology* 53: 202 abstr.
- 102 McDougall S. (2001) Effect of periparturient disease on the reproductive performance of New Zealand dairy cows. *New Zealand Veterinary Journal* 49:60–7.
- 103 McDougall S., Burke C.R., Macmillan K.L., Williamson N.B. (1992) The effect of pretreatment with progesterone on the oestrous response to oestradiol-17_β benzoate in the postpartum dairy cow. *Proceeding New Zealand Societies Animal. Production*. 52: 157–160.
- 104 McDowell E.E., Wilk J.C., Talbott C.W. (1996) Economic viability of crosses of *Bos taurus* and *Bos indicus* for dairying in warm climates. *Journal of Dairy Science* 79: 1292-1303.
- 105 McGrath A.B., Looney C.R., Bluntzer J.S., Oden A.J., Massey J.M (1985) Comparison of Norgestomet® and Prostaglandin F_{2α} (PGF) for estrus synchronization of recipients nursing embryo transfer (ET) calves. *Theriogenology* 23: 207-215.
- 106 McGuire W.J., Larson R.L., Kiracofe G.H. (1990) Syncro-Mate B® induces estrus in ovariectomized cows and heifers. *Theriogenology* 34: 33-37.

- 107 Mihm M., Baguisi A., Boland M.P., Roche J.F. (1994) Association between the duration of dominance of the ovulatory follicle and pregnancy rate in beef heifers. *Journal of Reproduction and Fertility* 102: 123–130.
- 108 Murcia Blanco F.J. (2002) Control reproductivo de rebaños lecheros y patología reproductiva bovina. *XXV Curso internacional de reproducción animal* Madrid. España. pp 129 –131.
- 109 Murphy M.G., Enright W.J., Crowe M.A., McConnell K., Spicer L.J., Boland M.P., Roche J.F. (1991) Effect of dietary intake on pattern of growth of dominant follicles during the oestrous cycle in beef heifers. *Journal of Reproduction and Fertility* 92: 333-338.
- 110 Nasim A., Schrick F.N., Buthcher L.R., Inskeep E.K. (1995) Effect of persistent follicles on early embryonic losses in beef cows. *Biology of Reproduction* 52: 1129-1135.
- 111 Navarrete M., Abuabara Y., Mendoza G., Martínez G., Corredor G., Serrano G., Dueñas G. (1995) Evaluación de la producción en ganaderías de Doble Propósito en Córdoba. *En: Avances en Monitoreo Ganadero Córdoba. Proyecto Colombo-Alemán. CORPOICA-GTZ. Asistencia Técnica Integral Pecuaria. Nº 2. Montería.*
- 112 Odde K.G. (1990) A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. *Journal of Animal Science* 68: 817-830.
- 113 Ojeda C. (1980) Niveles de progesterona determinados en plasma y leche en vacas postparto mediante radioinmunoanálisis. *Archivos de Medicina Veterinaria de Chile* 12: 283-284.
- 114 Oltner R., Edqvist L.E. (1981) Progesterone in defatted milk: Its relation to insemination and pregnancy in normal cows as compared with cows on problem farms and individual problem animals *British Veterinary Journal* 137: 78-87.
- 115 Ott R.S., Nelson D.R., Hixon J.E. (1980) Effect of presence of the male on

- initiation of estrous cycle activity of goats. *Theriogenology* 13: 183-190.
- 116 Owens R.E., Atkins D.T., Rahe C .H. Fleeger J.L., Harms P.G (1980) Time-dependent loss of radioimmunoassayable levels of progesterone following ambient temperature incubation of heparinized bovine blood. *Theriogenology* 13: 305-309.
- 117 Padilla F.J., Castillo R., Peña H.J., Belchez A.R (1982) Reproducción y producción de ganado comercial en la zona centro del estado de Veracruz. *VIII congreso nacional de Buiatría Veracruz, México*. pp 48
- 118 Páez L.A., Capriles M., Obispo N.E. (1998) Funcionalidad tecnológica en fincas de doble propósito (leche-carne) ubicadas en el Valle de Aroa, Venezuela. *Zootecnia Tropical* 16: 207-227.
- 119 Pardo A.P., Ruiz M. D. (2002) Guía para el análisis de datos SPSS 11. Primera edición España Mc Graw Hill.
- 120 Patterson D.J., Kiracofe G.H., Stevenson J.S., Corah L.R. (1989) Control of the bovine estrous cycle with melengestrol acetate (MGA): A review. *Journal of Animal Science* 67: 1895-1906.
- 121 Pedroso R. Roller F. (1998) Tecnología para intensificar el proceso reproductivo en el ganado bovino. *Manual. CIMA, La Habana*.
- 122 Peña R. C. (1993) Evaluación de fincas ganaderas del trópico con diferente nivel tecnológico en suplementación alimentaria, producción láctea, condición corporal y la relación de éstas con la actividad ovárica postparto de vacas mestizas en época de secas. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnia. UNAM. México.
- 123 Pérez H.P., Sánchez R.C., Gallegos J.S. (2001) Anestro postparto y alternativas de manejo del amamantamiento en vacas de doble propósito en trópico. *Investigaciones Agrícolas: Producción Sanidad. Animal*. 16:257-270.
- 124 Perry R.C., Corah L.R., Kiracofe G.H., Stevenson J.S., Beal W.E. (1991) Endocrine changes and ultrasonography of ovaries in suckled beef cows during

- resumption of postpartum estrous cycles. *Journal of Animal Science* 69: 2548-2555.
- 125 Peters A.R., Lamming G.E. (1984) Reproductive activity of the cows in the post-partum period II. Endocrine patterns and induction of ovulation. *British Veterinary Journal*. 140: 269-280.
- 126 Peters J.B., Welch S.A., Lauderdale S.W., Inskoop E.K. (1977) Synchronization of estrus in beef cattle with PGF_{2α} and estradiol benzoate. *Journal of Animal Science* 45: 230-235.
- 127 Piña C. B., Hernández J., Román P. H. y Castillo R. H. (1986) Lactancia controlada en ganado de doble propósito en Balancán, Tab. *Memorias. IX Congreso Nacional de Buiatría*, Puebla. México. p.2
- 128 Poindron P., Cognie Y., Gayerie F., Orgeur P., Oldham C.M., Ravault J.P. (1980) Changes in gonadotrophins and prolactin levels in isolated (seasonally or lactationally) anovular ewes associated with ovulation caused by the introduction of rams. *Physiology and Behaviour* 25: 227-236.
- 129 Ponter A.A., Grimard B., Humblot P., Novak N., Khireddine B., Sauvant D., Thibier M., Mialot J.P. (1997) Parity influences the utilization of exogenous glucose in suckler anoestrous Charolais beef cows. *Journal of Animal Science* 65: 183-192
- 130 Prado R., Rhind S.M., Wright A., Russel A.J.F., McMillen S.R., Smith A.J., McNelly A.S. (1990) Ovarian follicle populations, steroidogenicity and micromorphology at 5 and 9 weeks postpartum in beef cows in two levels of body condition. *Animal Production* 51: 103-108.
- 131 Pursley J.R., Mee M.O., Wiltbank M.C. (1995) Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF_{2α} and GnRH. *Theriogenology* 44: 915-923.
- 132 Ramírez A. y C. Seré. (1990) *Brachiaria decumbens* en el Caquetá, Adopción y uso en ganaderías de Doble Propósito, CIAT, *Documento de trabajo* No 6. Cali.

- 133 Ramírez I L., Soto B. E., Gonzalez-Stangnaro C., Soto C.G., Rincon U. E. (1992) Factors affecting postpartum ovarian activity in crossbred primiparous tropical heifers. *Theriogenology*. 38: 449-460.
- 134 Randel R D (1981) Effect of once-daily suckling on postpartum interval and cow-calf performance of first-calf Brahman x Hereford heifers. *Journal of Animal Science* 53: 755-757.
- 135 Randel R.D. (1990) Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. *Journal of Animal Science* 68: 853-862.
- 136 Rathbone J.M., Bunt R.R., Ogle R.C., Burggraal S., Macmillan L.K., Burke R.C., Pickering L.K. (2002) Reengineering of a commercially available bovine intravaginal insert (CIDR insert) containing progesterone. *Journal of Controlled Release* 85: 105-115.
- 137 Ray, D.E. (1965) Oestrous response of ovariectomized beef heifers to oestradiol benzoate and human chorionic gonadotrophin. *Journal of Reproduction and Fertility* 10: 329–335.
- 138 Revah I., Buttler WR. (1996) Prolonged dominance of follicles and reduced viability of bovine oocytes. *Journal of Animal Science* 1996; 106: 39-47
- 139 Rhodes F.M., Clark B.A., McDougall S., Macmillan K.L. (1999) Insemination at the second of two induced oestrus periods in anoestrous dairy cows increased conception rates to first service. *New Zealand Veterinary Journal*. 47, 39–43.
- 140 Rhodes F.M., McDougall S., Morgan S.R., Verkerk GA. (2001) Supplementing treated anoestrous dairy cows with progesterone does not increase conception rates. *New Zealand Veterinary Journal* 49: 8–12.
- 141 Richards M.W., Wettemann R.P., Schoenemann H.M. (1989) Nutritional anestrus in beef cows: Body weight change, body condition, luteinizing hormone in serum and ovarian activity. *Journal of Animal Science* 67: 1520-1526.
- 142 Rincón J.E. (1991) Modelo de regresión lineal para estimar los componentes

- genéticos aditivos en vacas mestizas lecheras. *Revista de Agronomía (LUZ)* 8: 123-141.
- 143 Rivas L., Holmann F. (2002) Sistemas de doble propósito y su viabilidad en el contexto de los pequeños y medianos productores en América Latina Tropical. *Curso Internacional de actualización en el manejo de ganado bovino de doble propósito*. Veracruz, México pp 1-38.
- 144 Rivas R. L. (1992) El sistema Ganadero de Doble Propósito en América Tropical: Evolución Perspectivas y Oportunidades. *Simposium Internacional sobre Alternativas y Estrategias en producción Animal*, Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Zootecnia, México Abril 6-9.
- 145 Rivas, L. y F. Holmann. (2000) Adopción temprana de *Arachis pintoí* en el trópico húmedo: El caso de los sistemas ganaderos de doble propósito en el Caquetá, Colombia *Pasturas Tropicales* 21: 1-16.
- 146 Rivera J.A., Anta E., Galina C., Porrás A. y Zarco L. (1989) Análisis de la información publicada sobre la eficiencia reproductiva de los bovinos. III. Factores que la afectan. *Veterinaria México*. 20:19-25.
- 147 Roche J.F. (1974) Synchronization of oestrus in heifers with implants of progesterone. *Journal of Reproduction and Fertility* 41: 337-339.
- 148 Rodríguez F. (1976) Ganado lechero en el trópico. *Memorias VII día del ganadero CEP la Posta*, INIP. Veracruz, Veracruz México pp 27-29.
- 149 Román H.P. (1986) Características y situación de la ganadería de doble propósito. *V Simposium sobre ganadería tropical*. Ed. SARH pp 7-22
- 150 Román H.P. (2001) Impacto del modelo GGAVATT en la transferencia de tecnología pecuaria. *XXV Congreso Nacional de Buiatría* pp 10-13.
- 151 Roman H.P. (1995) Situación actual y retos de la ganadería bovina en el trópico. *Memoria: XX Simposium de ganadería tropical: Alternativas de alimentación del ganado bovino en el trópico*. Tuxpan, Veracruz México pp 1-10.

- 152 Román H.P., Hernández L.J., Castillo R.H (1983) Comportamiento reproductivo de ganado bovino lechero en clima tropical. 1 Características reproductivas de vacas Holstein y Suizo Pardo. *Técnica Pecuaria México* 45: 21-30.
- 153 Rutter L.M., Randel R.D., (1984) Postpartum nutrient intake and body condition: Effect on pituitary function and onset of estrus in beef cattle. *Journal of Animal Science* 58: 265-274.
- 154 Ryan D.P., Galvin J.A., O'Farrell K.J. (1999) Comparison of oestrous synchronization regimens for lactating dairy cows. *Animal Reproduction Science* 56: 153-168.
- 155 Ryan D.P., Spoon R.A., Griffith M.K., Williams G.L. (1994) Ovarian follicular recruitment, granulosa cell steroidogenic potential and growth hormone/insulin-like growth factor-1 relationships in suckled beef cows consuming high lipid diets: Effects of graded differences in body condition maintained during the puerperium. *Domestic Animal Endocrinology* 11: 161-174.
- 156 SAGAR. (2000) http://www.sagarpa.gob.mx/dgg/estudio/sitlech_99.pdf.
- 157 Sainz C.F., Pérez G.T. (1982) Pregnancy diagnosis from milk. Latest results from Spain. *British Veterinary Journal* 138: 538-542.
- 158 Sánchez T., Wehrman M.E., Bergfeld E.G., Peters K.E., Kojima F.N., Cupp A.S., Mariscal V., Kittok R.J., Rasby R.J., Kinder J.E. (1995) Pregnancy rate is greater when the corpus luteum is present during the period of progesting treatment to synchronize time of estrus in cows and heifers. *Biology of Reproduction* 49: 1102-1107.
- 159 Schelenberg R. y Weniger J.H. (1985) Sistemas de producción de leche y carne en fincas ganaderas en la Costa Atlántica de Colombia. Convenio Colombo-Alemán (Promegan) *Informe Técnico* N° 5.
- 160 Schillo K.K. (1992) Effect of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. *Journal of Animal Science* 70: 1271-1282.

- 161 Schroeder H., Suárez M. (1991) Influencia del estrés calórico sobre la reproducción y la lactancia. *ACOVEZ* 15: 55-65.
- 162 Segura C.V y Rodríguez R.O. (1987) Efectos de diversos manejos de la lactación sobre la fertilidad de ganado cebú en trópico subhúmedo, con la utilización de inseminación artificial y monta natural. *Técnicas Pecuarias México* 25: 61-71.
- 163 Segura-Correa V.M., Anderson S., Delgado-León R.R. y Segura-Correa J.C. (2001) Efecto del destete temporal en el comportamiento reproductivo postparto de vacas doble propósito bajo condiciones tropicales. *Journal Livestock Research for Rural Development* 13: 1-15.
- 164 Short R.E., Bellowos R.A. Staigmiller R.B., Berardinelli J.G., Custer E.E. (1990) Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *Journal of Animal Science* 68: 799-816.
- 165 Silcox R.W., Powell K.L., Kister T.E. (1993) Ability of dominant follicle (DF) to respond to exogenous GnRH administration is dependent on their stage of development. *Journal of Animal Science* 71: 219 abst.
- 167 Sinclair K.D., Molle G., Revilla R., Roche J.F., Quintans G., Marongiu L., Sanz A., Mackey D.R., Diskin M.G. (2002) Ovulation of the first dominant follicle arising after day 21 postpartum in suckling beef cows. *Animal Science* 75:115-126.
- 168 Sirois, J., Fortune, J.E. (1988) Ovarian follicular dynamics during the estrous cycle in heifers monitored by real-time ultrasonography. *Biology of Reproduction* 39: 308-317.
- 169 Smith M.W., Stevenson J.S. (1995) Fate of the dominant follicle, embryonal survival, and pregnancy rates in dairy cattle treated with prostaglandin $F_{2\alpha}$ and progestins in the absence or presence of a functional corpus luteum. *Journal of Animal Science* 73: 3743-3751

- 170 Soto-Camargo R., Galina C.S., Rubio G.I., Castillo G.E. y Basurto C.H. (1999) Efecto de la suplementación alimenticia, condición corporal y sincronización del estro sobre la actividad de monta de vaquillas Brahman en pastoreo. *Revista Facultad de Agronomía (LUZ)* 16: 663-667.
- 171 Srikandakumar A., Ingraham R.H., Ellsworth M., Archbald L.F., Liao A., Godke R.A. (1986) Comparison of solid-phase, no extraction radioimmunoassays for progesterone with and extraction assay for monitoring luteal function in the mare, bitch and cow. *Theriogenology* 26: 779-793.
- 172 Stabenfeldt G.H., Osburn B.I., Ewing L.L. (1970) Peripheral plasma progesterone levels in the cow during pregnancy and parturition. *American Journal of Physiology* 218: 571-575.
- 173 Stagg K., Diskin M.G., Sreenan J.M., Roche J.F. (1995) Follicular development in long-term anoestrous suckler beef cows fed two levels of energy postpartum. *Animal Reproduction Science* 38: 49-61.
- 174 Stagg K., Spicer L.J., Sreenan J.M., Roche J.F., Diskin M.G. (1998) Effect of calf isolation on follicular wave dynamics, gonadotropin and metabolic hormone changes, and interval to first ovulation in beef cows fed either of two energy levels postpartum. *Biology of Reproduction* 59: 777-783.
- 175 Stevenson J.S. Lucy M.C., Call E.P. (1987) Failure of timed inseminations and associated luteal function in dairy cattle after two injections of prostaglandin F₂- alpha. *Theriogenology* 26: 937-946.
- 176 Stevenson J.S., Kobayashi Y., Thompson K.E. (1999) Reproductive performance of dairy cows in various programmed breeding systems including ovsynch and combinations of gonadotropin-releasing hormone and prostaglandin F_{2α}. *Journal of Dairy Science* 82: 506-515
- 177 Stumpf T.T., Wolfe M.W., Wolfe P.L., Day M.L., Kittok R.J., Kinder J. (1992) Weight changes prepartum and presence of bulls postpartum interact to affect duration of postpartum anestrus in cows. *Journal of Animal Science* 70: 3133-

3137.

- 178 Taylor C., Rajamahendran R., Walton S.J. (1993) Ovarian follicular dynamics and plasma luteinizing hormone concentrations in norgestomet-treated heifers. *Animal Reproduction Science* 32: 173-184.
- 179 Tegegne A., Entwistle K.W., Mukasa-Mugerwa E. (1992) Effects of supplementary feeding and suckling intensity on postpartum reproductive performance of small east African zebu cows. *Theriogenology* 38: 97-106
- 180 Thatcher W.W., Macmillan K.L., Hansen P. J., Drost M. (1989) Concepts for regulation of corpus luteum function by the conceptus and ovarian follicles to improve fertility. *Theriogenology* 31: 149-164.
- 181 Torres O.D., Herrera J.P., Zalzuk J.S., Holmann F. (1999) Análisis de alternativas tecnológicas de los sistemas de producción agropecuarios en el valle del Cesar, Colombia. *Pasturas Tropicales* 23: 1-10.
- 182 Twagiramungu H., Guilbault L.A., Proulx J., Villeneuve P., Dufour J.J. (1992) Influence of an agonist of gonadotropin-releasing hormone (Buserelin) on estrus synchronization and fertility in beef cows. *Journal of Animal Science* 70: 1904-1910.
- 183 Vaca L.A., Galina C.S., Fernandez-Baca S., Escobar J., Ramirez B. (1983) Progesterone levels and relationship with the diagnosis of a corpus luteum by rectal palpation during the oestrus cycle in zebu cows *Theriogenology* 20: 67-76.
- 184 Vera R.R., García O., Botero R y Ullrich C. (1996) Producción de leche y reproducción en sistemas de doble propósito: Algunas implicaciones para el enfoque experimental: *Pasturas tropicales* 18: 25-32.
- 185 Walters D.L., Kaltenbach C.C., Dunn T.G., Short R.E. (1982^a) Pituitary and ovarian function in postpartum beef cows. I. Effect of suckling on serum and follicular fluid hormones and follicular gonadotropin receptors. *Biology of Reproduction* 26: 640-646.

- 186 Walters D.L., Short R.E., Convey E.M., Staigmiller R.B., Dunn T.G., Kaltenbach C.C. (1982b) Pituitary and ovarian function in postpartum beef cows. II. Endocrine changes prior to ovulation in suckled and nonsuckled postpartum cows compared to cycling cows. *Biology of Reproduction* 26: 647-654.
- 187 Walters D.L., Smith M.F., Harms P.G., Wiltbank J.N. (1982c) Effect of steroids and/or 48 hr calf removal on serum luteinizing hormone concentrations in anestrous beef cows. *Theriogenology* 18: 349-356.
- 188 Walton J.S. (1986) Effect of boar presence before and after weaning on estrus and ovulation in sows. *Journal of Animal Science* 62: 9-15.
- 189 Webb C., Galina C.S., Molina R., Maquivar M., Estrada S. (2003) Efecto de dos tipos de destete y la aplicación de un progestágeno sobre la respuesta a celo y fertilidad en vacas cebuinas (*Bos indicus*) en el trópico húmedo. *Archivos de Medicina Veterinaria de la Universidad Austral de Chile* En imprenta.
- 190 Wheaton J.E., Windels H.F., Johnston L.J. (1992) Accelerated lambing using exogenous progesterone and the ram effect. *Journal of Animal Science* 70: 2628-2635.
- 191 Wiltbank J. N., Rowden W.W., Ingalls J.E., Gregory K.E., Koch R.M. (1962) Effect of energy level on reproductive phenomena of mature Hereford cows. *Journal of Animal Science* 21: 219-225.
- 192 Wiltbank J. N., Rowden W.W., Ingalls J.E., Zimmerman D.R. (1964) Influence of post-partum energy levels on reproductive performance of Hereford cows restricted in energy intake prior to calving. *Journal of Animal Science* 23: 1049-1053.
- 193 Wiltbank J.N. (1970) Research needs in beef cattle reproduction. *Journal of Animal Science* 31: 755-762.
- 194 Wiltbank J.N., Zimmerman D.R., Ingalls J.E., Rowden W.W. (1965) Use of progestational compounds alone or in combination with estrogen for synchronization of estrus. *Journal of Animal Science* 24: 990-994.

- 195 Williams G.L. (1990) Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: A review. *Journal of Animal Science* 68: 831-852.
- 196 Williamson N.B., Morris R.S., Blood D.C., Cannon C.M., Wrigt P.J. (1972) A study of oestrus behaviour and oestrus detection methods in a large commercial dairy herd. II. Oestrus signs and behaviour patterns. *Veternary Record* 91: 58-62.
- 197 Wright I.A., Rhind S.M., Smith A.J., Whyte T.K. (1994) Female – female influences on the duration of the post-partum anoestrous period in beef cows. *Animal Production* 59: 49-53.
- 198 Yavas Y., Walton J.S. (2000) Postpartum acyclicity in suckled beef cows: A review. *Theriogenology* 54: 25-55.