

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**DIVISION DE CIENCIA ANIMAL**



**Efecto de dos sincronizadores en ganado Cebú Y Doble Propósito (1/2 Cebú x 1/2 Suizo) en la región Sureste (Yucatán) del País.**

**Por:**

**GONZALO ORTEGA GARCÍA**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO.**

**ABRIL DEL 2001.**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**DIVISION DE CIENCIA ANIMAL**

**DEPARTAMENTO DE PRODUCCION ANIMAL**



**Efecto de dos Sincronizadores en ganado Cebú y Doble propósito (1/2 Cebú x 1/2 Suizo) en la región Sureste (Yucatán) del país.**

**POR:**

**GONZALO ORTEGA GARCIA**

**Que se somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito parcial para obtener el título de:**

**INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA**

**Aprobada Por:**

**M.C. Laura Padilla González  
Presidente del Jurado**

**M.V.Z. José A. Gallardo Maltos  
Asesor**

**M.C. Emilio Padrón Corral  
Asesor**

**El Coordinador de la División de Ciencia Animal**

**ING. Rodolfo Peña Oranday**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Abril del 2001.**

## **AGRADECIMIENTOS**

A la M.C. Laura Padilla González, por todo su apoyo y orientación desde la elección del tema del presente trabajo y durante toda su realización, hasta llevarlo a término por todos sus consejos y sugerencias, gracias.

Al M.V.Z. José Antonio Gallardo Maltos, por su valioso tiempo prestado en la revisión de este trabajo y por participar como sinodales, además de sus sugerencias para llevarlo a su culminación.

Al M.C. Emilio Padrón Corral, por su colaboración y apoyo en el desarrollo del Análisis Estadístico.

Al Centro de Desarrollo Tecnológico “Tantakin”, por su apoyo y facilidades brindadas durante la realización de este trabajo.

A la División de Ciencia Animal, que mediante sus maestros me brindaron las bases y conocimientos para seguir adelante en las actividades como estudiante y superación personal.

A mi Alma Terra Mater, con el respeto que se merece por haberme formado en sus aulas y por todo lo bueno que me brindó.

## DEDICATORIAS

A dios por permitirme culminar mi carrera y darme el don de vida.

A mis padres Sr. Hector Ortega Magaña y la Sra. María E. García Poot, por estar siempre conmigo, darme sus consejos y apoyo, que gracias a ello he logrado terminar mi carrera profesional, haciendo de mi un hombre de provecho, gracias.

A mis hermanos Oscar, Layda, Jesús, Juan, Francisco, Eleazar y Gabriel, por haberme brindado su confianza, comprensión y quienes con su apoyo económico y moral hicieron posible la conclusión de mi carrera y la realización de este trabajo.

A mis cuñados (as), Benita, Israel, Marbella, Rosalía y Claudia, por la gran felicidad que le han dado a mis hermanos (as).

A mis sobrinos (as), Guillermo, Yoselin, Fernando, Gabriela, Sayri y Ursula, por que sean una esperanza en el futuro.

A mis amigos (as), Juan Mendoza, Mario González, Humberto Herrera, Joaquín Santos, Pedro Santos, Manuel Piña, Sebastián, Abid Moo, Agustín Oliver, Oscar Ruiz, Ibis Espinosa, Isidro López, Juan Aguilar, Martha Reyes, Juan Aragón, Gildardo García, Casto Vásquez, Rosalba Rosales, Luis Carvajal, Sergio Canul, Cesar Zamudio, Alfonso, Ana, Familia González, Familia Zavala Rodríguez, gracias por el apoyo brindado.

Con un agradecimiento muy especial para: Ing. José Luis Rivera Rangel, Ing. Víctor Ticante Pérez, Ing. Víctor Garcés Jarillo, por apoyarme en el trabajo

de campo y por cada una de las observaciones y consejos que me brindaron.  
Gracias por ser parte de mis amigos

A la generación 89 de la carrera de Ingeniero Agrónomo Zootecnista por haber llegado juntos a la meta y por los tiempos vividos.

## INDICE GENERAL

	PAGINA
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	iii
<b>DEDICATORIA</b>	iv
<b>INDICE GENERAL</b>	vi
<b>INDICE DE CUADROS Y GRAFICAS</b>	viii
<b>INTRODUCCION</b>	1
<b>OBJETIVOS</b>	3
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	4
<b>Importancia del bovino de Doble Propósito en el trópico</b>	4
<b>Importancia de la reproducción en la producción pecuaria en el trópico</b>	4
<b>Reproducción programada y Sincronización del Celo</b>	5
<b>Sincronización del celo</b>	7
<b>Consideraciones para la implementación de técnicas de Sincronización estral</b>	9
<b>Factores nutricionales</b>	9
<b>Condición Corporal</b>	11
<b>Aspectos reproductivos</b>	13
<b>Raza</b>	13
<b>Ambiente</b>	14
<b>Hormonas utilizadas en la sincronización del celo</b>	16
<b>Estrógenos</b>	16
<b>Progestágenos</b>	17
<b>Prostaglandinas</b>	18
<b>Factor Liberador Gonadotrópico (GnRH)</b>	20
<b>Aplicación de la sincronización del celo</b>	21
<b>Progestágenos y sus combinaciones</b>	21
<b>Prostaglandinas</b>	24
<b>GnRH y sus combinaciones</b>	26

<b>Inseminación artificial</b>	<b>29</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>31</b>
<b>Descripción del Area de Estudio</b>	<b>31</b>
<b>Localización y Condiciones Ambientales</b>	<b>31</b>
<b>Alimentación del Ganado</b>	<b>33</b>
<b>Animales Utilizados</b>	<b>34</b>
<b>Tratamientos</b>	<b>34</b>
<b>Crestar + PMSG (Folligon)</b>	<b>34</b>
<b>Ovalyse + Lutalyse</b>	<b>34</b>
<b>Detección del celo</b>	<b>35</b>
<b>Inseminación artificial</b>	<b>36</b>
<b>Diagnóstico de gestación</b>	<b>36</b>
<b>Diseño Estadístico</b>	<b>36</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>37</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>45</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>46</b>
<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>48</b>
<b>APÉNDICE</b>	<b>55</b>

<b>INDICE DE CUADROS</b>		<b>Página</b>
<b>Cuadro 1 A</b>	<b>Análisis de Varianza para la Variable Respuesta al Celo.</b>	<b>55</b>
<b>Cuadro 2 A</b>	<b>Análisis de Varianza para la Variable Respuesta a la Preñez.</b>	<b>55</b>
<b>Cuadro 3 A</b>	<b>Costo del Tratamiento (Precios del mes de Agosto del 2000).</b>	<b>55</b>
<b>Cuadro 4 A</b>	<b>Costos del Sincronizador + Dosis de Semen Utilizado</b>	<b>56</b>

<b>INDICE DE GRAFICAS</b>		<b>Página</b>
<b>Gráfica 1</b>	<b>Respuesta de los Sincronizadores en Promedio de celo.</b>	<b>40</b>
<b>Gráfica 2</b>	<b>Respuesta de la Raza en Promedio de Celo.</b>	<b>41</b>
<b>Gráfica 3</b>	<b>Respuesta de los Sincronizadores en Promedio de Preñez.</b>	<b>42</b>
<b>Gráfica 4</b>	<b>Respuesta de la Raza en Promedio de Preñez.</b>	<b>43</b>
<b>Gráfica 1 A</b>	<b>Respuesta de los Sincronizadores y Tipo Racial para la Variable Celo.</b>	<b>57</b>
<b>Gráfica 2 A</b>	<b>Respuesta de los Sincronizadores y Tipo Racial para la Variable Preñez</b>	<b>57</b>

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día se requiere mayor nivel de eficiencia de los procesos productivos y acelerar el impacto real en la transformación de los sistemas de producción que aplican los productores; especialmente ante la realidad de un mundo globalizado que significa competencia en el plano mundial y la pérdida de la rentabilidad de la actividad ganadera.

El Sector Rural Mexicano, en las últimas décadas, presenta una marcada descapitalización y aún abandonos de la actividad por la pérdida de rentabilidad.

En consecuencia, los efectos en la reducción de la producción, progresivamente están llevando a una condición de mayor dependencia alimentaría.

Son muchos los factores que explican esto y en especial el de la ganadería bovina. Los factores relacionados con la política agropecuaria del Gobierno Federal son señalados como las principales causas del retroceso del sector.

De tal manera que en todas las granjas son importantes los aspectos contemplados para la producción; como son la nutrición, la sanidad, genética, etc. pero es la reproducción y su adecuado manejo la responsable principal de que la productividad se incremente o disminuya (Jiménez, 1994).

Teniendo en cuenta la incuestionable influencia del estado nutritivo de los organismos sobre sus funciones fisiológicas, entre ellas la reproducción, de nada sirve querer explotar las bondades reproductivas de cualquier especie animal de abasto o pretender incrementarlas artificialmente, si al mismo tiempo

no aseguramos un aporte alimenticio que garantice el estado nutritivo requerido para el correcto funcionamiento reproductivo (Álvarez, 1999).

La sincronización del celo y la ovulación de las vacas es una herramienta utilizada con éxito por muchos ganaderos. Considerando la ventaja que esta practica representa en cuanto al agrupamiento de la concepción (monta natural o inseminación artificial). Al mismo tiempo, se sincroniza el parto de aquellas hembras que conciban al estro inducido, obteniendo lotes homogéneos de becerros, facilitando el manejo y la selección de animales. Cabe señalar que la sincronización del estro y la ovulación es de primera importancia. Por lo tanto se requiere de una técnica simple y poco costosa que ocasioné la sincronización precisa esto sin perjudicar la fertilidad, y que haga posible la inseminación artificial o monta natural exitosa de grupos de animales en ocasiones predeterminadas.

Actualmente ha recibido atención muy especial el uso de compuestos de tipo progestágenos para sincronizar el estro en bovinos. Donde se han desarrollado diversas investigaciones sobre métodos prácticos para lograr la sincronización del estro. Todos estos métodos han incluido utilización de hormonas naturales o sintética administradas por diversos vías: oral, vaginal, inyectable, destete precoz, lactancia controlada, separación temporal del becerro, suplementación, etc. (Zimbelman, 1974 Citado por Rivera, 1998).

Estudios recientes realizados por varias dependencias (Universidades, Instituciones, Laboratorios) han evaluado un nuevo sincronizante del protocolo de la inseminación artificial el cual es el GnRH (Factor liberador de gonadotropinas) con el que se pretende causar calores ovulatorios o sea celos fértiles. Este GnRH actúa en la hipófisis anterior estimulando la producción de hormona folículo estimulante (FSH) y de hormona luteinizante (HL). La FSH actúa favoreciendo el desarrollo y crecimiento de los folículos del ovario, y la LH es la responsable de la maduración de dicho folículo y finalmente la ovulación.

Este producto según estudios realizados es mas efectivo ya que es idéntico a los factores liberadores de gonadotropinas que se liberan en el organismo animal (Rivera, 1998).

## **OBJETIVOS**

- Evaluar la respuesta de la sincronización del celo utilizando dos tipos de sincronizadores: Crestar + PMSG y Ovalyse + Lutalyse en ganado Cebú y 1/2 Cebú x 1/2 Suizo.
- Determinar los porcentajes de preñez por el uso de dos tipos de sincronizadores en Ganado cebú y 1/2 Cebú x 1/2 Suizo.

## **REVISION DE LITERATURA**

### **Importancia del Ganado Bovino de Doble Propósito en el Trópico**

La ganadería de doble propósito la integra el 78 por ciento de los bovinos y produce el 41 por ciento de la leche en América Latina. Este sistema se caracteriza por producir carne y leche en áreas tropicales, donde se combina el ordeño con el amamantamiento de los becerros hasta el destete, y es de bajos insumos con escaso uso de tecnología, las unidades de producción son pequeños ranchos donde el pastoreo es la principal forma de alimentación de los bovinos, las vacas son de genotipos diversos provenientes del cruzamiento de razas europeas con cebú.

Los factores que limitan el desarrollo de esta ganadería se pueden clasificar en internos y externos. Entre los primeros tenemos: El tradicionalismo en los esquemas de producción, bajo potencial productivo del ganado, escasa adopción de tecnología y desconocimiento por parte del productor de la producción, productividad y rentabilidad del sistema por no llevar registros. Los externos son: crédito insuficiente e inoportuno, falta de un programa de asistencia técnica eficiente y eficaz, falta de tecnología propia para las condiciones del país y la idiosincrasia del productor, debido a que el precio de los productos no aumenta al mismo ritmo que el de los insumos (Koppel, 1999).

### **Importancia de la reproducción en la producción pecuaria en el trópico**

El manejo reproductivo en un sistema de doble propósito es importante, ya que de su eficiencia depende en gran medida la producción de leche y la renovación del hato. La meta es obtener una cría por vaca en un lapso aproximadamente de un año.

Debido a las características del sistema de doble propósito, se necesitan partos durante todo el año para que la producción de leche sea continua. En consecuencia, las vacas deben ser gestadas lo mas pronto posible después del parto, lo que no debe rebasar mas de 150 días de posparto. Esto conlleva a establecer un sistema de empadre continuo con inseminación artificial o monta controlada. Sin embargo, puede adecuarse a diferentes condiciones ambientales o de mercado (Koppel, 1999).

La eficiencia reproductiva del ganado productor de carne que se encuentra en condiciones de pastoreo, está determinada por dos grandes fenómenos: La aparición de la pubertad y el reinicio de la actividad ovárica después del parto (De los Santo y Sosa, 1988; De la Torre, 1991).

Uno de los principales problemas del ganado productor de carne, es el tiempo que tarda la vaca para crecer, desarrollarse y producir una cría; tiempo que puede ser tan amplio en las zonas tropicales, donde predominan el ganado de la raza Boss indicus, y este tarda mas tiempo en llegar a la pubertad que el europeo (Galina *et al*, 1988).

### **Reproducción programada y Sincronización del celo**

Aunque la colección y almacenamiento de semen de machos seleccionados posibilita considerablemente un grado de control antes del momento de apareamiento los métodos actuales para la detección del estro que permitan un uso eficiente de la inseminación artificial, dejan mucho que desear.

Más aún con el creciente tamaño de las explotaciones ganaderas y el aumento gradual de los costos de trabajo, se antoja inapropiado en muchos aspectos de la producción pecuaria, permitir que los animales maduros impongan su ritmo reproductivo intrínseco a la empresa pecuaria. En efecto la detección del estro por medio de una observación o por medio de toros

celadores no puede ser garantizada y tampoco estas prácticas por sí mismas propician que la inseminación sea efectuada en el momento óptimo en función de la fertilidad. Sería más lógico aquella situación en la que el ciclo estral de los animales seleccionados para ser apareados o inseminados, pueda ser controlado ya sea por tratamiento farmacológico o pseudo fisiológico de tal manera que el momento de inicio del estro pueda ser predicho en la mayoría de los casos. Todavía mejor sería si el momento preciso de la ovulación pudiera predeterminarse sin tomar en cuenta las manifestaciones externas del estro, de esta manera se evitarían los problemas asociados con un momento de inseminación inapropiado en relación con el envejecimiento de los gametos.

En esencia un eficiente sistema de control del ciclo estral debiera intentar entablar el momento apropiado para el apareamiento y no dejar que las hembras impongan su ritmo reproductivo. En la práctica uno de los objetivos de la inseminación es tener un gran número de animales en estro al mismo tiempo y en tal caso debe quedar claro que la inseminación artificial sería la escala adecuada en vez de la monta natural o controlada. Con la inseminación se evita el problema de las frecuentes eyaculaciones en los machos y el consiguiente descenso de la concentración espermática. Los beneficios obtenidos de la sincronización se presenta desde los puntos de vista administrativos, veterinarios y zootécnicos, aquellos relacionados con la reproducción se presenta a continuación:

Algunas potenciales ventajas asociadas con la sincronización del estro en animales domésticos. La secuencia de presentación no indica priorización.

- 1) Se ahorra tiempo en la detección del estro.
- 2) Se facilita el uso de la I A especialmente en ganado de carne, al tratar grupos de animales.
- 3) Haciendo el mismo período la sincronización de la ovulación se permite la inseminación mediante un esquema establecido previamente.

- 4) Facilita la alimentación de animales en grupos uniformes especialmente en el caso de cambios de dieta de acuerdo al período de gestación.
- 5) Se reduce al período de pariciones.
- 6) Prediciendo el momento del parto (tal vez induciendo) se tomarán las medidas conducentes a reducir la mortalidad neonatal y prepartal (Cross fostering).
- 7) Después de un buen control reproductivo se propicia el destete, engorda y comercialización en grupos uniformes.
- 8) Se posibilita la implantación de medidas de control sanitario estrictas especialmente en lo que se refiere al uso de las instalaciones.
- 9) Se facilita el uso de la técnica del trasplante de embriones.
- 10) Como medida administrativa racionaliza la fuerza de trabajo, el uso de las instalaciones y otros factores que intervienen en la producción.

(Ake, *et al.*,2000).

### **Sincronización del Celo**

Es tener control del celo y ovulación obteniendo la inducción de un celo fértil en el momento deseado y por supuesto, ciclo espontáneo del animal (Diedrich, 1972).

#### **La sincronización de celo comprende:**

- 1.- La coordinación simultánea del plazo de celo en grandes grupos de hembras con el fin de que puedan ser cubiertas o inseminadas en el mismo plazo.
- 2.- La sincronización del celo de muchas hembras con otros fines técnicos de crianza.

En cualquier programa reproductivo la sincronización del celo puede ser otra excelente herramienta para el ganadero, pero esto debe ser considerado

como una herramienta técnica de un buen manejo en el aspecto reproductivo (Diedrich, 1972).

Por otro lado aumenta la posibilidad de utilizar la inseminación artificial en el ganado.

En la actualidad se dirige con gran atención la administración de hormonas esteroides o sus derivados con el fin de reproducir los efectos fisiológicos naturales (McDonald, 1986).

### **Ventajas**

- Eliminar el problema de detección de calores haciendo practico el uso de la inseminación artificial.
- Reducir el estrés por manejo al servir las todas las hembras a un tiempo determinado.
- Utilizar inseminación artificial en ganado de carne y con ello introducir mejor genética.
- Reducir el numero de toros por hembra.
- Mejoramiento del hato en menor tiempo con toros probados.
- Mejores hembras de remplazo.
- Mejores pesos al destete.

### **Desventajas**

- Costo adicional del producto sincronizador.
- Se obtiene un menor porcentaje de concepciones, generalmente comparados con monta directa.
- No todas las hembras responden de igual manera a la sincronización.
- Se requiere de personal especializado para la inseminación y manejo del semen (Peters y Ball, 1991).

## **Consideraciones para la implementación de técnicas de sincronización estral**

### **Factores nutricionales**

La aplicación en campo de un programa de sincronización de celo interpone el éxito reproductivo y económico de una técnica, limitantes que están sobre todo por las habilidades y recursos de que se pueda disponer para su implementación.

La sincronización de celo en el ganado debe prevenir de la necesidad de su uso simplemente de resolver un problema al productor (López, 1983).

Hay factores que pueden influir en los resultados, se incluyen en estos las partes del manejo como las nutricionales, aspectos reproductivos como la falta de involución uterina, ciclos cortos y anestro posparto.

En nuestros días los problemas de infertilidad en el ganado, es una de las consecuencias de los desequilibrios de animales fisiológicamente agotados y/o mal manejados, lo que da como resultado una baja eficiencia reproductiva y productiva. Una buena nutrición es fundamental para las vacas que lleguen entrar en calor, pues son ellas las que pueden concebir y producir.

El equilibrio nutricional tiene, pues, un papel muy importante en la normalidad de los fenómenos de la reproducción, mientras que el desequilibrio alimentario, total o parcial, compromete la capacidad reproductora (Herman *et al.*, 1994).

El nivel nutricional afecta enormemente la edad que se llega en la pubertad, pero una vez que la hembra llega a éste, ni el tamaño ni la edad

afectan el índice de concepción, siempre y cuando el manejo se encuentre en límites aceptables (Bearden, 1982).

Por otra parte Gómez (1995) menciona que en el ganado bovino en pastoreo se ha observado que las necesidades de energía son mayores durante los primeros 60 – 70 días posparto, por lo que una reducción en el aporte de energía y la falta de suplementación adecuada antes y después del parto puede alargar los intervalos parto-primer estro y parto-ovulación, y disminuyen los porcentajes de concepción.

Es así que la suplementación energética en forma estratégica durante estos períodos, así como en las épocas críticas de producción de forrajes, pueden contribuir a mejorar los índices de fertilidad y la eficiencia en la reproducción general.

La cantidad de energía que puede obtener el animal del alimento y la temperatura ambiental durante la estación de reproducción, pueden ser los factores que mayormente afectan el buen funcionamiento del sistema reproductor de las vacas, por lo cual bajos niveles de energía en la dieta, retardan la manifestación del celo en el período posparto, por lo cual es recomendable suplementar el ganado para que éstos no pierdan peso. (Loyocano *et al.*, 1974).

Es deseable que las vacas lleguen al parto en buena condición corporal, ya que de lo contrario, resulta más costoso hacer que gane peso vivo en el periodo de lactación. Cuando las vacas llegan al parto en buena condición o gana peso después del parto, lo cual es deseable, estas mejoraran las tasas de concepción (NRC 1984).

El nivel nutricional cuando es muy pobre, afecta adversamente la función reproductora, sobre todo cuando no se pone la debida atención a estas épocas

críticas, es de importancia que para mejorar los resultados reproductivos se tome muy en cuenta el nivel nutrición y por ende la condición corporal al tiempo de la monta o la inseminación artificial. (Leaver, 1997).

Con vacas que presentan una condición corporal más pobre al parto es probable que se tenga problemas al momento del mismo, por ejemplo, al momento del parto la vaca baja su condición y su poca resistencia nutricional no tenga la capacidad para la producción de leche o que esta no sea suficiente y pueda darse el caso de que la cría muera. (Mellado, 1992).

La restricción de energía durante el posparto tardío resulta en condiciones corporal delgada decreciendo la probabilidad de un alto porcentaje de vacas manifestando estro temprano (Whitman, 1975; Dziuk and Bellows, 1983). Así el nivel de energía asegura pronto retorno del estro, pronta reproducción y alta tasa de preñez (Rutter and Randel, 1984).

Whitman (1975); observó un alto porcentaje de vacas paridas con buena condición corporal manifestaron estro después con 60 días posparto sin tomar en cuenta el cambio de peso durante el periodo posparto.

### **Condición corporal**

La condición corporal, o la cantidad de grasa y tejido muscular en el cuerpo que tiene el animal, es un indicador de manejo que es usado para predecir la fertilidad del hato y determinar él o los programas de alimentación. La ventaja de la evaluación de la condición corporal es que se aprende fácilmente, es rápida, es simple, barata, no requiere de equipo especializado y es suficientemente exacto para muchas investigaciones y situaciones de manejo (Alberta Agriculture, 1998).

Evaluar la condición corporal de las vacas es una herramienta efectiva en el manejo porque hay una fuerte relación que existe entre condición corporal y fertilidad. La condición corporal es una guía de confianza para evaluar a las vacas en su estatus nutricional (G. Mortimer, *et al.*, 1991)

La influencia de la nutrición antes del parto es el factor más importante que controla la longitud del tiempo entre el parto y el retorno al estro. Vacas con una condición de 4 o menos al parto, como un resultado de bajas cantidades de nutrición posparto tienen largos intervalos del parto al primer estro que vacas en condición 5 o mayor, (Whittler, *et al.*, 1993).

El efecto de cada uno de los nutrientes sobre el anestro posparto es un tema sumamente extenso, por lo que parece más práctico concentrarse en la condición corporal de las vacas, lo cual es un reflejo de su estatus nutricional. Debe recordarse que el peso corporal no es un buen indicador de la condición corporal o las reservas de grasa, debido a que los contenidos del canal digestivo y la placenta alteran considerablemente el peso de los animales (Mellado, 1992).

Para la determinación de la condición corporal de los animales, la evaluación visual basta. Es importante recordar que las vacas mantienen su actividad reproductiva cuando su condición corporal no baja de 4. Otro punto importante que debe recordarse es que el efecto de la nutrición sobre la actividad reproductiva posparto depende frecuentemente de la ingestión de nutrientes antes del parto.

Los efectos de la condición corporal al parto sobre el intervalo parto primer celo son no lineales. A medida que las vacas presentan una condición más pobre al momento del parto se agudiza el efecto de la condición corporal del animal sobre la reiniciación de actividad ovárica posparto. Por otro lado, a medida que la condición de las vacas al momento del parto va en aumento, la

nutrición posparto tiene un efecto reducido sobre la actividad reproductiva posparto, particularmente cuando la condición corporal de las vacas al parto es menor de 7 (Mellado, 1992).

### **Aspectos reproductivos**

La infertilidad en el posparto es causado por 4 factores: la infertilidad general, falta de involución uterina, ciclos cortos y anestro.

La infertilidad general: Es común en algunos ciclos estruales reduciendo la fertilidad de 20 a 30 %, una incompleta involución uterina impide fertilidad durante los primeros 20 días después del parto.

El ciclo estrual corto impide fertilidad durante los primeros 40 días del parto. El anestro es el principal componente de posparto infértil y es afectado principalmente por 2 factores: amamantamiento, y nutrición. El amamantamiento probablemente tiene la mayor parte de efectos dramáticos en posparto infértil (PPI) y fue el primer factor al ser relacionado a posparto reproductivo (Williams, 1990).

El efecto nutricional se debe a una compleja interacción entre muchas variantes semejantes como cantidad y calidad de la comida ingerida, provisión de reservas nutritivas en el cuerpo y competencia para esos nutrientes, otra función fisiológica y además reproductiva (Short *et al.*, 1990).

También la dinámica folicular es afectado por el balance negativo de energía y lactación dando con ello la infertilidad en ganado, presentando un mayor efecto en la maduración del folículo ovárico (Lucy *et al.*, 1991).

### **Raza**

El efecto de la raza sobre los factores reproductivos de sincronización parecen ser que no tiene un efecto significativo, ya que el comportamiento en la presentación de calor es similar en las diferentes razas estudiadas Cebú (Koppel y Rodriguez, 1989); Vacas pardo suizo / cebú (Rodriguez *et al*, 1977).

Segura, et al., (1989) mencionan que los porcentajes de fertilidad, si se ven afectados por la raza del ganado, citando que han encontrado que las vacas Bos taurus, tienen mejor comportamiento en relación con las vacas cebú, 50 % y 43.3 % respectivamente.

Lo anterior sugiere que las hembras Bos indicus tienen problemas para quedar gestantes, posiblemente debido a largos periodos de anestro y al número de servicios necesarios para la preñez, (Hinojosa y Segura, 1988).

### **Ambiente**

El efecto del clima sobre el comportamiento reproductivo del ganado ha sido ampliamente descrito. Al respecto se ha señalado, que la temperatura ambiental, la temperatura máxima, la humedad relativa, y la radiación solar, así como el índice de temperatura-humedad y el fotoperíodo están estrechamente interrelacionados, influyendo éstos en la reproducción de bovinos productores de carne y leche y ovinos.

Así mismo se ha informado que el estrés ocasionado por la temperatura máxima puede provocar un aumento del intervalo entre celos, disminuir la intensidad del estro; y bajo condiciones extremas provocar un anestro verdadero.

En un estudio realizado en condiciones de trópico, se determinó que una mayor duración del fotoperíodo combinada con una menor precipitación pluvial

y mínimos cambios positivos del fotoperíodo mensual son condiciones favorables para obtener una mayor presentación de celos.

También en ganado cebú en el trópico húmedo y subhúmedo se ha observado una estacionalidad en las fecundaciones y se ha informado que la frecuencia mensual de fecundaciones fue mayor durante los meses de marzo a octubre , con un pico en la presentación de éstas durante el mes de mayo; las que fueron asociadas con un efecto combinado de la precipitación pluvial y del fotoperíodo, a pesar de ser la época en que hubo menor cantidad de forraje disponible; en consecuencia una mayor frecuencia de concepciones en determinados meses del año causan una época definida de pariciones (Gomez, 1995).

La mayoría de los encargados de animales consideran indeseables la tensión de cualquier naturaleza con relación a la eficacia de la reproducción. La tensión se puede definir como cualquier cambio ambiental (Bearden, 1982).

Tensiones como el frío, transporte y simples cambios en la rutina de manejo han reducido en ocasiones, pero siempre, la eficacia de la reproducción. Se pueden asociar varios efectos adversos a la tensión calórica. En hembras con frecuencia ocurren ciclos estrales irregulares, ciclos estrales cortos, estros más silenciosos y una ovulación más retrasada y suprimida. Si la temperatura ambiental es suficientemente alta como para elevar la temperatura rectal de las hembras en uno o dos °C se observan marcadas reducciones en el índice de concepción (Ulberg y Burtening, 1976). En ovejas y en ganado bovino de carne la tensión calórica durante la gestación ha provocado que las crías sean más pequeñas o en ocasiones enanas.

Por lo general las temperaturas ambientales de más de 30 °C reducirán el índice de concepción (Johnston y Branton, 1953) citados por Bearden en 1982. Se pueden tolerar las altas temperaturas del día si las noches son frías (<

de 18 °C). Las temperaturas ambientales altas son más perjudiciales si la humedad relativa también es alta.

En un estudio que se llevo acabo en Florida se determinó que los cinco factores climáticos que influían más sobre el índice de concepción eran: a) Temperatura máxima del día después de la inseminación; b) Caída de la lluvia el día de la inseminación; c) Temperatura mínima el día de la inseminación; d) Radiación solar el día de la inseminación y e) Temperatura mínima el día después de la inseminación. Otros investigadores han determinado que el momento más crítico de la inseminación es unos cuantos días después de la inseminación (Bearden, 1982).

Los efectos climáticos sobre la fertilidad en el ganado son el resultado de la combinación de sus diferentes componentes, afectando los procesos reproductivos, medidos en cualquier etapa como son: comportamiento sexual, producción de gametos y preñez en sus fases iniciales y durante todo el posparto (Gómez, 1995).

### **Hormonas utilizadas en la sincronización del celo**

La llave del éxito en cualquier programa reproductivo es el manejo, sin embargo, la sincronización de estro puede ser otra excelente herramienta para el ganadero pero esta debe de ser considerada como una herramienta técnica más bien que como un sustituto para un buen manejo o como la solución para problemas reproductivos existentes (Roche, 1986).

La sincronización de estro y ovulación permite a uno predecir el momento del estro con una seguridad razonable Britt, 1954; Hansel y Beal, 1979 Citados por Haresing, 1989).

### **Estrógenos**

Los estrógenos forman un grupo de sustancias de constitución química bastante diferente, pero que todos ellos gozan de la propiedad común de hacer aparecer en los animales ovariectomizados las manifestaciones del estro o celo (Derivaux, 1961).

El principal estrógeno, biológicamente activo, es el 17  $\beta$ -Estradiol los otros estrógenos, estriol y estrona, se consideran metabolitos del estradiol.

Las principales acciones de los estrógenos son: (1) la manifestación del comportamiento de la cópula durante el estro; (2) los cambios cíclicos en el sistema femenino; (3) el desarrollo de conductos en la glándula mamaria, y (4) desarrollo de características sexuales secundarias. Los estrógenos son lúteo líticos en la vaca y en la oveja, pero son lúteo trópicos en la cerda (Bearden, 1982)

La administración de estrógenos provoca una disminución de la hormona folículo estimulante (FSH) y la estimulación de la hormona luteinizante (LH) y de la hormona adrenocortitrópica (ACTH). Así mismo, el estrógeno es responsable de la libido y de la preparación de todo el aparato reproductor para la concepción. Los estrógenos actúan como un mecanismo disparador de la LH (Derivaux, 1961).

### **Progestágenos**

Los progestágenos son otro grupo de hormonas con actividad similar a los estrógenos y el más importante es la progesterona.

Tanto los estrógenos como los progestágenos ayudan a regular la liberación de gonadotropinas, actuando a nivel del hipotálamo y de la hipófisis anterior. Niveles elevados de progesterona o una combinación de progesterona y estrógenos inhiben la liberación de FSH y LH de la hipófisis anterior. Cerca

del momento del estro, cuando los niveles de progesterona son bajos, las altas concentraciones de estrógenos estimulan la liberación de LH y de prolactina (Bearden, 1982).

Por otro lado, la progesterona ejerce sobre varios órganos funcionales complementarias a la del estrógeno. En el útero especialmente, sus funciones son preparatorias para recibir la implantación del óvulo.

Después del periodo de excitación y preparación ocurre un aumento del nivel de progesterona y surge una etapa de tranquilidad para el desarrollo del óvulo fertilizado. Si no hubo fecundación, el aparato genital detecta el fenómeno y se repite el ciclo para tener otra oportunidad (De Alba, 1985).

El progestágeno exógeno proviene de la liberación de la FSH para evitar el estro y la ovulación hasta que el progestágeno sea retirado. Después de la suspensión del progestágeno la disminución de los niveles sanguíneos del mismo conduce a la liberación de la FSH presentándose el celo 2 a 6 días después.

El siguiente paso en la sincronización del estro es la evaluación de los progestágenos sintéticos en la vaca. Los progestágenos se administran en el alimento, en el agua de beber, en implantes subcutáneos, por aplicación tópica y en presarios vaginales. El estro se presenta en un periodo de 4 días iniciándose 2 días después de la suspensión de los progestágenos. El periodo de administración debe ser suficientemente largo como para permitir que el cuerpo lúteo involucre con el fin de obtener la sincronización (Bearden, 1982; Sorensen, 1982).

### **Prostaglandinas**

Las prostaglandinas son compuestos hormonales que han sido aislados de muchos tejidos animales, incluyendo los de la piel, intestino, riñón, cerebro, órganos reproductores, líquido menstrual y líquido amniótico. Dichos compuestos ejercen sus efectos dentro de los órganos en los que son sintetizados.

La prostaglandina  $F_{2\alpha}$  es la sustancia lúteo-lítica natural que, en ausencia de embarazo, concluye un ciclo estrual en la hembra y permite que comience el siguiente. También termina el embarazo temprano, por tanto, se ha convertido en un medicamento eficaz para sincronizar el estro de los animales domésticos (Frandsen, 1984).

Con la prostaglandina se induce a una regresión prematura del cuerpo lúteo con la consecuente presentación del celo. Esta inducción se logra en la actualidad con la administración de análogos de la Prostaglandina  $F_{2\alpha}$ ; Sin embargo las prostaglandinas no son producidas por ninguna glándula o tejido específico (Bearden, 1982).

La prostaglandina ( $PGF_{2\alpha}$ ), se administra el día 5 del ciclo estral y después hasta el día 17, causando regresión del cuerpo lúteo y el subsecuente retorno al estro 36 a 72 horas después. A partir del día 4°. Aparentemente no posee suficientes sitios receptores para responder a niveles hormonales de  $PGF_{2\alpha}$ .

Se ha observado cierta respuesta empleando grandes dosis. Hasta el momento no hay vía metabólicas desarrolladas como para permitir una respuesta completa. Después del día 7 el cuerpo lúteo involuciona normalmente (Bearden, 1982).

Roche (1986) observó que el día del ciclo estral en que se aplica la  $PGF_{2\alpha}$  afecta el porcentaje de sincronización de estro. Encontrando que 72 horas post - inyección aplicada el día 7 ó 15 del ciclo la inducción al estro es de 100 % y 95.5 % respectivamente, mientras que en el día 11 solo se alcanza un 48.9 %.

### **Factor Liberador Gonadotrópico (GnRH)**

La secreción de hormonas gonadotrópicas por la hipófisis anterior es controlada por una hormona liberadora peptídica, que es producida por células neurosecretoras en el hipotálamo (Bearden, 1982).

El GnRH se libera por el hipotálamo durante las distintas etapas del ciclo estral de la vaca. Este GnRH actúa en la hipófisis anterior estimulando la producción de la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (HL). A la LH y FSH conjuntamente se conocen como gonadotropinas, porque estimulan a las gónadas. En la hembra, la FSH promueve el crecimiento folicular y la producción de estrógenos por los ovarios, la LH causa maduración del folículo, ovulación (ruptura del folículo y liberación del óvulo) y es luteotrópica. Esto es, estimula la formación de cuerpo lúteo y la producción de progesterona (Derivaux, 1961).

Por otro lado Thatcher, *et al.*, (1993) menciona que cualquier uso de GnRH u otros agonistas, en la implementación de un manejo reproductivo u otros usos como el de incrementar los índices de concepción, debe ser basado en la comprensión del GnRH ya que este provoca efectos biológicos en el sistema endocrino - reproductivo.

De acuerdo a Gonzáles - Padilla (1975) citado por Peters y Ball en 1991, la interacción de varias hormonas hipotalámicas e hipofisarias estimulan al

ovario para responder mediante la formación de un óvulo y la presencia del libido, esta interacción es causada por la hormona liberadora (GnRH).

### **Aplicación de la sincronización del celo**

La sincronización de estro y ovulación permite a uno predecir el momento del estro con una seguridad razonable (Britt, 1954; Hansel y Beal, 1979; Citados por Haresing, 1989).

Durante las dos últimas décadas ha habido un mayor progreso en desenredar el complejo endocrino relacionado con el control de la función del ovario de las especies domésticas (Stabenfeldt, *et al.*, 1978).

### **Progestágenos y sus combinaciones**

El tratamiento combinado posee algunas ventajas:

- 1.- Acorta el periodo de tratamiento con progestágenos, por lo que posiblemente aumente las oportunidades de concepción.
- 2.- Requiere solo de un tratamiento con prostaglandina.
- 3.- Acorta la sincronización.
- 4.- proporciona una mejor sincronización.

Productos como las prostaglandinas  $F_{2\alpha}$  y combinaciones de progestágenos y estrógenos han dado buenos resultados en la sincronización de estros en vaquillas; Así mismo, estudios recientes han mostrado que la combinación de ambos productos mejoran dichos estros (Bearden, 1982).

### **Factores que modifican la respuesta a los tratamientos con progestágenos**

En la literatura se señalan diversos factores para tratar de explicar la variación en los resultados en un programa para inducir y sincronizar el estro con progestágenos tales son:

- a) Duración de la aplicación del fármaco sincronizador. Los tratamientos cortos con progestágenos resultan un incremento de la fertilidad en comparación con los tratamientos de larga duración.
- b) Etapa del ciclo estral. La respuesta es más efectiva al fármaco si las hembras se encuentran a la mitad de la fase lútea del ciclo estral, la tasa de concepción es más alta que en las tratadas durante la fase lútea tardía.
- c) Estado fisiológico. Los progestágenos son más efectivos cuando las hembras están ciclando que cuando están en anestro posparto.
- d) Estado corporal. El efecto de la nutrición, peso y condición corporal afecta la fertilidad en las vacas y es de suma importancia dar una suplementación energética durante 12 semanas iniciándose 6 semanas antes del tratamiento.
- e) Edad de las hembras. Este tratamiento es más óptimo en vaquillas que en vacas teniendo un 20 % de diferencia entre vacas y vaquillas.
- f) Tipo racial. La fertilidad lograda con el uso de progestágenos para el control del estro suele ser mejor en ganado Boss Taurus que en Boss Indicus (Porrás y Galina, 1992).

Un procedimiento para controlar el ciclo estral es estimular la función del cuerpo lúteo mediante la administración de progesterona o alguno de sus derivados bajo el nombre de progestágenos o con la denominación de cuerpo progestativo se agrupan toda una serie de compuestos cuyas formas de actuar y de administrarse son diferentes pero poseen algunas de las propiedades de la progesterona y en especial el efecto que ejerce sobre el endometrio (Brackett, 1988; Diedrich, 1972).

Con el fin de sincronizar el estro a un grupo de hembras, el periodo de administración de progesterona debe ser suficientemente largo como para permitir que el cuerpo lúteo involucre con el fin de obtener la sincronización. Generalmente el periodo del tratamiento es de 16 días para la vaca.

Sin embargo se ha demostrado que los tratamientos prolongados con progesterona (18 - 21 días) proporcionan pobres índices de gestación, lo que parece ser debido a cambios adversos en el ambiente intrauterino que inhibe el transporte de los espermatozoides. Acortando el tiempo del tratamiento (7 - 12 días) se obtienen índices de gestación más aceptables de 60 - 70 % (Roche, 1974). Desgraciadamente, el tratamiento a corto plazo no controla adecuadamente el ciclo en cuanto a si el tratamiento comienza al principio del ciclo, el cuerpo lúteo natural puede sobrevivir al tratamiento de progesterona.

El descubrimiento de los progestágenos sintetizados, activos por vía oral, ha abierto nuevos caminos a la investigación sobre la sincronización del celo.

Según Peters y Ball, (1991) los progestágenos también se pueden administrar por inyección aunque se precisan varias aplicaciones y como el ritmo de absorción es muy variable no existen garantías de ovulación al suprimir el tratamiento. Los implantes parecen ser el método más adecuado para administrar los progestágenos.

Con la administración de progestágenos de implante en la oreja durante nueve días, se pueden obtener porcentajes de sincronización del 60 % y de concepción próximos al 40 % en animales no cíclicos (Wiltbank y Mares, 1997).

El sistema del implante de Norgestomet más la inyección de Valerato de Estradiol tiene el mismo objetivo pero difiere completamente al de la prostaglandinas, es un producto combinado con el uso de progesterona sintética y estrógenos, es aprobado para su uso por la FDA (Administración de

Drogas y Alimentos), es un sistema que envuelve tres pasos, y todos los animales responderán ciclando a voluntad al mismo tiempo a pesar de todos los estados del ciclo cuando el programa es iniciado (Hertman, *et al.*, 1994).

Para la sincronización de estros, proporciona máximos resultados, usando tratamientos que ofrecen efecto de control de formación de cuerpo lúteo y función a todos los estados del ciclo estral (Burns, *et al.*, 1993).

En un estudio realizado por Balasubranian, *et al.*, (1993) en un grupo de vaquillas cruzadas, de edad de dos a cuatro años tratados con implante de norgestomet más una inyección de valerato de estradiol (2 ml), se presentan estros en todas las vaquillas, a  $47.2 \pm 0.4$  hr después de remover el implante. Las vaquillas son apareadas 48 hr después de remover el implante, obteniéndose un índice de preñez del 42.85 por ciento.

Mientras que Wiggan, *et al.*, (1992) en un trabajo realizado con un conjunto de 815 hembras de ganado vacuno, fueron tratadas con un implante de norgestomet más una inyección de valerato de estradiol. El implante fue retirado nueve días después y los animales fueron inseminados 48 – 52 hr después de remover el implante. El índice de preñez en este trabajo es de 27.1 por ciento, este bajo porcentaje es atribuido a una pobre detección de celos.

Numerosas pruebas de campo con este tratamiento se ha establecido que dos veces más efectivo en los hatos con un buen manejo en comparación con los hatos de manejo no integral. El tratamiento no se debe administrar hasta que las vacas se encuentren aproximadamente 60 días posparto (Bearden, 1982).

## **Prostaglandinas**

Las prostaglandinas causan la regresión del cuerpo luteo, con la consecuente presentación del celo (Galina, *et al.*, 1986).

La prostaglandina es producida en el útero que causa regresión del cuerpo lúteo (luteolisis) y subsecuentemente resulta en una embestida de calor o estro. La prostaglandina sintética es un producto altamente efectivo para inducir estros dentro de la mitad del ciclo de las vacas, estos son administrados por inyección (Bearden, 1982).

De acuerdo a Derivaux, (1976) desde que las prostaglandinas rompen o echan abajo el cuerpo lúteo cuando las hembras son inyectadas durante la mitad del ciclo (día seis al 17), el cuerpo lúteo a voluntad regresa prematuro y la vaca puede llegar a entrar en calor y ovular dentro de dos a cinco días.

Las prostaglandinas son usadas solamente dentro de las hembras no preñadas porque esto podría causar aborto si la administramos en vacas preñadas y vaquillas, dependiendo de la etapa de gestación.

Debido a que la prostaglandina en las vacas solo es eficaz cuando se administra en el día 5 y 17 del ciclo, solo se puede esperar que 60 a 65 por ciento de las vacas respondan en cualquier momento.

Generalmente las tasas de concepción después del tratamiento con prostaglandinas han sido comparables con los obtenidos con estro que aparecen en forma natural. Un porcentaje de vacas, mucho más alto, resultan preñadas durante los primeros días de apareamiento ya sea sincronizadas con prostaglandinas o con progestágenos, que cuando solo se detecta calor en las vacas no sincronizadas (Derivaux, 1976).

Bracket, (1988) menciona que la prostaglandina  $F_{2\alpha}$  actualmente está recibiendo gran atención en el ganado vacuno tanto de aptitud lechera como cárnica.

Por otro lado Colak e Izzur, (1991) en un estudio realizado con vacas y vaquillas tratadas con prostaglandinas obtuvieron un porcentaje de sincronización de celos de 100 por ciento en vacas y en vaquillas y con respecto a los índices de preñez para la primera inseminación fue de 50 por ciento para vacas y 40 por ciento en vaquillas.

Otra investigación realizada por Prinzen, *et al.*, (1991) con vacas y vaquillas muestran que el índice de concepción en este trabajo fue de 56.5 por ciento. El índice de concepción se vio afectado por la edad de las vacas (arriba de los cinco años de edad) y por el inseminador.

Wiggan, *et al* (1992) menciona en un trabajo realizado con 316 vaquillas inyectadas intramuscularmente con prostaglandinas análoga (5 ml de Lutalyse) e inseminadas al observar celos tres a cuatro días después de la inyección. Las que fallaron al presentar celo fueron reinyectadas 11 días después de la primera inyección e inseminadas de nuevo. Los resultados obtenidos fueron: 81 por ciento mostraron celo tres a cuatro días después de la inyección. De las 60 vaquillas reinyectadas el 85 por ciento estaba en celo tres a cinco días después de la inyección. Los índices de preñez fueron de 26.9 y 37.1 por ciento respectivamente. El bajo índice de preñez en la investigación son atribuidos a una pobre detección de celos.

El procedimiento de las dos inyecciones permite cubrir a las vacas sin la necesidad de detectar el estro (Sorensen, 1982).

## **GnRH y sus combinaciones**

El GnRH es responsable de la liberación de la hormona luteinizante (LH) y hormona folículo estimulante (FSH) de la pituitaria, las cuales van actuar en las gónadas, en este caso en los ovarios donde actuaran para que empiecen a crecer y a desarrollarse los folículos para que provoquen los síntomas del celo y posteriormente la ovulación (Coleman, *et al.*, 1991).

Hipotéticamente, el GnRH induce efectos que pueden ser indirectos a través de GnRH en tejidos reproductivos (Hsueh y Jones, 1981).

El crecimiento folicular y ovulación en los ciclos de los animales domésticos pueden ser estimulados por la administración de hormonas tales como la actividad de las gonadotropinas.

Estudios realizados por algunas Universidades y Laboratorios han evaluado un nuevo Sincronizador dentro del protocolo de la inseminación artificial como es el GnRH, (Rose, 1997). Se da una aplicación de GnRH en el día cero, luego Prostaglandina  $F_{2\alpha}$  en el día séptimo, seguido de la detección de calor. El nuevo programa de sincronización establecido por Anderson en 1997, exhibe un dramático mejoramiento en índices de preñez.

En un estudio realizado por Stevenson, (1997) de la Universidad de Kansas probó dos tratamientos: 1.- GnRH más  $PGF_{2\alpha}$  y 2.- GnRH más Norgestomet más  $PGF_{2\alpha}$ . A las vacas se les aplicó GnRH y se implantaron con Norgestomet y siete días después los implantes fueron retirados y las vacas recibieron Prostaglandina. Estos tratamientos fueron retirados con el grupo control 2x  $PGF_{2\alpha}$ , que consiste en dos aplicaciones de Prostaglandina con 14 días de diferencia. Todos los animales fueron monitoreados y se detectaron celos después de la última aplicación de prostaglandinas.

En este trabajo se utilizaron un total de 911 vacas divididas en cuatro hatos, cada uno con los tres tratamientos y los resultados son los siguientes: el tratamiento con GnRH más Norgestomet más PGF<sub>2α</sub> y GnRH más PGF<sub>2α</sub> incrementaron el número de vacas detectadas en celo, 24 y 12.7 por ciento respectivamente más que el tratamiento control, y en los rangos de preñez de 13.1 y 10.5 por ciento respectivamente, más sobre el grupo control. Así el GnRH más Norgestomet más PGF<sub>2α</sub> en este programa resultó con más vacas en celo y rangos de preñez más altos.

Un estudio realizado por Tumen, *et al.* (1994) indujo celos en 61 vacas por una inyección de 15 mg de Luprostiol (PGF<sub>2α</sub>) dobles, en un intervalo de 11 días. Las vacas expusieron signos de celo y se inseminaron seis a 12 hr después de comenzado el celo e inmediatamente después de la inseminación se aplicaron 10 µg de Buserelin (GnRH) y posteriormente se palpó a los 60 días de la inseminación y se obtuvo un índice de preñez de 73.9 por ciento.

Vaquillas tratadas con seis µg de Buserelin (GnRH) seguido de siete días posteriores de una inyección de PGF<sub>2α</sub> incrementa el número de animales sincronizados dentro de un periodo de cinco días y también aumenta la precisión de la sincronización dos a tres días después de la inyección de PGF<sub>2α</sub>, comparado con vacas con PGF<sub>2α</sub> solamente, (Thatcher, *et al.*, 1993).

Varios reportes han indicado que seis o siete días de intervalo entre GnRH y PGF<sub>2α</sub> es un sistema satisfactorio para la sincronización de estros con buena fertilidad (Coleman, *et al.*, 1991; Guilbault, *et al.*, 1991).

Narasimha Rao y Venkatamiah, (1991) han realizado investigaciones para inducir y sincronizar estros con un aceptable nivel de fertilidad en búfalos en anestro, a los cuales se les ha aplicado GnRH agonista seguido por Doprostenos (siete días de intervalo) comparado con un grupo control. De esta

manera el tratamiento GnRH agonista y Cloroprostenol parece inducir primero al desarrollo de folículos y a ovulación en búfalos en anestro.

Guilbault, *et al.*, (1991) reportan un programa a seis días con GnRH + PGF<sub>2α</sub> que da también eficiencia para detección de estro y que tiene efectos diversos en fertilidad como incrementar el índice de preñez.

La sincronización de estros con GnRH agonista seguido por PGF<sub>2α</sub> a seis o siete días de intervalo es una opción adicional para controlar la crianza.

### **Inseminación Artificial**

Es esencial que la inseminación artificial o la monta natural se lleven a cabo en el momento adecuado para lograr un índice máximo de concepción. Se debe puntualizar que se obtiene el mejor índice de concepción aproximadamente de la mitad del estro hasta casi el final de éste. El índice de concepción de las inseminaciones llevadas a cabo cerca del principio del estro es considerable más bajo, lo que indica que en la mayoría de los casos los espermatozoides han perdido su viabilidad antes del momento de la inseminación. También parece ser que las inseminaciones que se llevan a cabo a menos de seis horas antes de la ovulación producen una concepción reducida, (Bearden, 1982).

El esperma puede ser depositado en distintas porciones específicas del aparato genital femenino, de acuerdo a esto, la inseminación artificial se mide en distintos métodos de depósito de semen (García, 1994).

La propia detección de estro y tiempo de inseminación artificial juega un papel importante en mejorar la eficiencia reproductiva en ganado bovino. La

detección de celo exacto es la clave del tiempo correcto para inseminar (Bower, 1988).

Por otro lado, para que ocurra la concepción se debe inseminar en el momento oportuno, dentro del ciclo estral. Se sabe que el espermatozoide requiere unas horas en el aparato genital de la hembra, antes de que sea capaz de fertilizar y se sabe también que su viabilidad es de unas 24 horas (Peters y Ball, 1991).

El óvulo presenta viabilidad cerca de 12 horas, será fertilizado con más facilidad si contacta con espermatozoides viables dentro de las 6 horas siguientes a la ovulación.

El tiempo óptimo de inseminar es a las 12 ó 24 horas del comienzo del celo, lo que asegura la llegada del espermatozoide al lugar de la fecundación unas horas antes de que ocurra la ovulación, normalmente se produce unas 30 horas después de la aparición del estro (Peters y Ball, 1991).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Descripción del Área de Estudio**

El presente trabajo se desarrollo en el Centro de Desarrollo Tecnológico "Tantakin", propiedad del Banco de México - FIRA, dicho predio se encuentra ubicado en el Municipio de Tzucacab en el estado de Yucatán, a 145 Km. de la ciudad de Mérida, Yucatán, de los cuales 4 Km. son camino de terracería Tzucacab - Escondido, que conducen a las instalaciones del rancho.

Si bien es cierto que la mayor parte de esta región pertenece al grupo de los climas tropicales, las diferencias en lo referente a precipitación pluvial (tanto distribución como en cantidad) y más aun en los tipos de suelos y efectos tales como velocidad del viento, nubosidad, etc. hacen un verdadero mosaico de subregiones con problemática específica. Adicionalmente las diferencias culturales y de infraestructura condicionan en esta amplia región la aplicación de diversos sistemas de producción.

Para Tantakin, lo anterior representa un gran reto en la aplicación efectiva de su función de Transferencia de Tecnología. Para atenderlo, una de las estrategias utilizadas, consiste en ligar estrechamente la tecnología con la capacitación lo cual permite a los productores, comprender los principios básicos de las opciones propuestas y dimensionar adecuadamente las condiciones físicas y medio ambiente propio de Tantakin (FIRA, 2000).

### **Localización y Condiciones Ambientales**

El Centro de Desarrollo tecnológico "Tantakin" comprende una llanura con altitud promedio de 70 msnm, que se interrumpe por una sierra a todo lo largo cuya altitud máxima es de 100 msnm. Se localiza dentro del Municipio de Tzucacab, Yucatán.

El Estado de Yucatán, se encuentra en el Sureste de la República Mexicana, comprende el 2.2 % del territorio nacional. Geográficamente se localiza entre los paralelos 19° 40' y 21° 37' y entre los meridianos 87° 30' y 91° 36' Longitud Oeste. Al norte limita con el Golfo de México, al este con el Estado de Quintana Roo y en el Sur con los Estados de Campeche y Quintana Roo.

El predio tiene una extensión de 437 hectáreas y es propiedad del Fideicomiso Instituidos con Relación en la Agricultura (FIRA, 2000).

- **Clima**

El clima es de tipo AW1: Cálido subhúmedo, presente en la mayor parte del Estado. Con un periodo seco bien definido de Diciembre a Mayo. La precipitación es de 1000 a 1100 mm y la temperatura media anual de 25 °C (FIRA, 2000).

- **Hidrología**

Los suelos presentan excesiva permeabilidad y por el bajorrelieve, la formación de corrientes superficiales es nula. Sin embargo el flujo subterráneo es intenso mediante sistemas de cavernas. La profundidad del manto freático va desde afloramiento superficiales en la zona costera, hasta máximos de 150 metros en la región sur (FIRA, 2000).

- **Suelos**

Poco profundos de textura franco arcillosa, ligeramente alcalinos, de color pardo carbonatado y rojo feralítico (los más abundantes).

Pedregosidad media y con afloramiento rocoso.

Drenaje excesivo y riqueza media de materia orgánica (4%). Salvo en áreas reducidas, no continuas, la mecanización es inoperante. La fertilidad es

baja y se requiere de aporte de los elementos mayores cuando se decide su utilización agrícola intensiva (FIRA, 2000).

- **Vegetación**

La vegetación original predominante es del tipo Subcaducifolia y Espinosa propia de climas Subhúmedos con lluvia en verano. Las especies arbóreas Subcaducifolias originales son: Zapote (*Anacardium occidentale*), Jabín (*Piscidia communis*), Cakté (*Lonchocarpus castilloi* Standl), Chacáh (*Bursera simaroba*), Caoba (*Swietenia macrophylla*), Cedro (*Cedrela odorata*), Ya'axnic (*Vitex gaumeri* Greenm), Dzalan (*Lisoloma bahamensis*), Citinché (*Caesalpinia gaumeri* Greenman) y Pukté (*Bucida buceras* L.).

La vegetación de espinos, cuya distribución natural comprende a la zona más seca del Estado (zonas costera y norte), cada vez son especies más frecuentes y aún dominantes en regiones con mayor humedad, en donde prácticas incorrectas de pastoreo, han desplazado las originales y específicamente a las más apetecida por el ganado. Las plantas espinosas que más destacan son: Chimay (*Acacia millenaria*), Katzin (*Acacia guanensis*), Tzitzilché (*Gymnopodium antigonooides*), Xcantrix (*Acacia farneciana*) (FIRA, 2000).

### **Alimentación del Ganado**

La alimentación del ganado se debió principalmente con leguminosas arbustivas como la Leucaena, *Leucaena leucocephala*, en asociación con pastos introducidos como el *Panicum maximum* o como bancos de proteínas, ya que son una buena estrategia para mejorar la dieta de las vacas, al incrementarse el aporte de proteína cruda y energía, nutrientes de suma importancia para el crecimiento de los animales, esto manejado bajo el Sistema

de Pastoreo Intensivo Tecnificado, además de tener acceso a una suplementación estratégica con Bloques Activadores del Rumen.

### **Animales Utilizados**

La selección de las hembras para entrar al programa de sincronización e inseminación artificial se realizó tomando en cuenta varios factores como su condición corporal (cuatro a seis escala de uno a nueve), de acuerdo a clasificación de Richards, *et al* (1986), y a su estado reproductivo (gestante o vacía), el cual fue determinado por palpación rectal.

Para este trabajo se utilizó un total de 41 vacas de la raza Cebú, ½ Cebú x ½ Suizo, los cuales se dividieron en dos tratamientos y cuatro grupos para los sincronizadores a utilizar.

### **Tratamientos**

#### **1.- Crestar + PMSG (Folligon)**

Para este tratamiento en el día cero se colocó el implante de Norgestomet en el segundo tercio de la oreja del animal de manera subcutánea seguido por una inyección intramuscular de Norgestomet y Valerato de Estradiol (2ml / vaca) y en el día nueve se retiró el implante y se aplicó 5 ml de PMSG (I.M) y a las vacas que presentaron celo después de haber retirado dicho implante se inseminaron y las que no presentaron signos de celo se inseminaron a ciegas como indicaba el programa a las 56 horas postretiro del implante. En este tratamiento se utilizaron 11 vacas de la raza Cebú y 8 vacas de 1/2 Cebú x 1/2 Suizo que fueron asignados completamente al azar.

#### **2.- Ovalyse + Lutalyse**

En este tratamiento en el día cero se aplicó una inyección intramuscular de GnRH (Ovalyse 100  $\mu$ g = 2 ml / vaca) y en el día siete se aplicó una inyección de PGF<sub>2 $\alpha$</sub>  (Lutalyse 25 mg = 5 ml / vaca) de manera intramuscular y a las 32 horas después se inyectó GnRH (Ovalyse 100  $\mu$ g = 2 ml / vaca) 24 horas después inseminación a ciegas y/o calor detectado. En este tratamiento se utilizaron 13 vacas Cebú y 9 vacas con 1/2 Cebú x 1/2 Suizo que fueron asignados completamente al azar.

### **Detección de Celo**

Para este trabajo se utilizó un toro con desviación quirúrgica del pene, de aproximadamente 300 kg de peso vivo inicial que se seleccionó del Módulo de engorda, por su libido, tipo racial adecuado al pastoreo y habilidad reproductiva, pero sin ser elegibles para sementales.

Permaneció con las hembras que pueden entrar en calor y se equipó con accesorio conocido como Chin Ball. Este es un bozal de correa que en la zona de la papada posee un depósito con tinta especial, el cual al ser presionado, deja escapar una pequeña cantidad. De esta forma la vaca detectada en calor es “Manchada” por el Chin Ball, facilitando su manejo reproductivo.

Como medida para aumentar su vida útil, se restringe su alimentación. Un toro desviado demasiado pesado, podría ocasionar problemas al montar las hembras primerizas. Para este efecto se dispone al menos de un toro desviado que se rota al aplicar esta restricción alimenticia.

Con la utilización de los toros desviados, se consigue aumentar la eficiencia reproductiva del hato, especialmente cuando se utiliza inseminación artificial en la totalidad de las vacas.

Los datos de las vacas manchadas de tinta por el Chin ball fueron tomados en la mañana y en la tarde por períodos de más de dos horas.

### **Inseminación Artificial**

Es una técnica que nos permite un mejor uso del material genético y desde el punto de vista productivo nos representa una posibilidad para aumentar la eficiencia de producción de las especies domesticas (Galina, 1986).

Esta se realizó 12 horas después de haber detectado el celo en las hembras y a las que no manifestaron celo se inseminaron contra reloj, es decir, aquellas hembras que no mostraron celo se inseminaron al momento que indicaba el programa en un tiempo determinado y para ello se les dio como máximo dos servicios.

### **Diagnostico de Gestación**

El diagnóstico de gestación que se llevo a cabo fue por palpación rectal, después de los 50 días del último servicio.

### **Diseño Estadístico**

Para este trabajo el análisis estadístico de los datos obtenidos del efecto del sincronizador en cuanto a porcentaje de celo, y porcentaje de preñez considerando el tipo racial, se hizo utilizando un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial A x B y Comparación de Medias con Diferente Numero de Repeticiones. Los datos fueron analizados en el programa estadístico Statgraphics Plus 6.0 (Padrón, 2001).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de Varianza, indican que no existió diferencia significativa ( $P>0.05$ ) para la variable (Sincronizador, Raza y así como en la interacción sincronizador x raza) a la respuesta de celo y preñez. Así mismo mediante la comparación de medias indican que son estadísticamente iguales.

### 1.- Respuesta de los tratamientos para el celo.

#### a) Porcentaje de celo

Al obtener el análisis de varianza para la variable de respuesta celo no se encontró diferencia significativa como se puede ver en el Cuadro 1 A ; el Sincronizador 1 (Crestar + PMSG) y el Sincronizador 2 (Ovalyse + Lutalyse) no mostraron diferencia significativa, esto se puede observar en Gráfica 1 y 1 A (Sincronizador). Sin embargo, hay tendencia a que el Crestar mostró mejores resultados biológicamente, ya que el sincronizador 1 tiene un porcentaje de celo promedio de 58.52 %, mientras que el sincronizador 2 es de 45.29 %.

El análisis de varianza para la variable de respuesta celo no se encontró diferencia significativa entre el grupo racial como se puede apreciar en el Cuadro 1 A la raza 1(Cebú) y raza 2 (1/2 Cebú x 1/2 Suizo), esto también se puede observar en la Gráfica 2 y 1 A (Raza); donde la raza 2 (1/2 cebú x 1/2 suizo) fué mejor, ya que presentó un promedio de 53.47 % en comparación a la raza 1 (Cebú) que fué de 49.49 %.

Así el efecto de la raza sobre los factores reproductivos de sincronización parecen ser que no tienen un efecto significativo, ya que el comportamiento en la presentación de calor es similar en las diferentes razas estudiadas Cebú (Koppel y Rodríguez, 1989); Vacas Pardo Suizo/Cebú (Rodríguez *et al.*, 1977).

Los valores promedio de los indicadores del comportamiento reproductivo del presente trabajo corresponden a hatos de baja fertilidad. Sin embargo, se encuentran dentro de los rangos registrados en los trópicos 40 % y 60% respectivamente, lo cual confirma los problemas de este tipo de ganado en dichos ambientes. El comportamiento reproductivo puede mejorarse si se implementan prácticas y estrategias de manejo correctas.

La raza no influyó en la manifestación de celo y quizá, a que la raza Cebú es de temperamento agresivo, por lo que se estresa más que las de doble propósito (1/2 Cebú x 1/2 Pardo Suizo) (Ayala, 1995; Lowman, 1973).

## **2.- Respuesta de los tratamientos para la preñez.**

### **a) Porcentaje de preñez**

Al obtener el análisis de varianza para la variable de respuesta preñez no se encontró diferencia significativa como se puede ver en el cuadro 2 A el Sincronizador número 1 (Crestar + PMSG) y el Sincronizador 2 (Ovalyse + Lutalyse) no mostraron diferencia significativa, esto se observa en Gráfica 3 y 2 A (Sincronizador); más sin embargo el sincronizador a base de Crestar + PMSG dio los mejores resultados para esta variable ya que presenta un promedio de 38.63 %, mientras que con el uso del Ovalyse + Lutalyse es de 32.05 %.

En el análisis de varianza para la variable de respuesta preñez no se encontró diferencia significativa entre el grupo racial como se puede apreciar en el Cuadro 2 A la raza 1 (Cebú) y raza 2 (1/2 Cebú x 1/2 Suizo), esto se observa de igual manera en la Gráfica 4 y 2 A (Raza); pero también se puede ver que la raza 2 (1/2 Cebú x 1/2 suizo) tuvo un promedio de 41.66 % en comparación con la raza 1 (Cebú) con un 29.02 %.

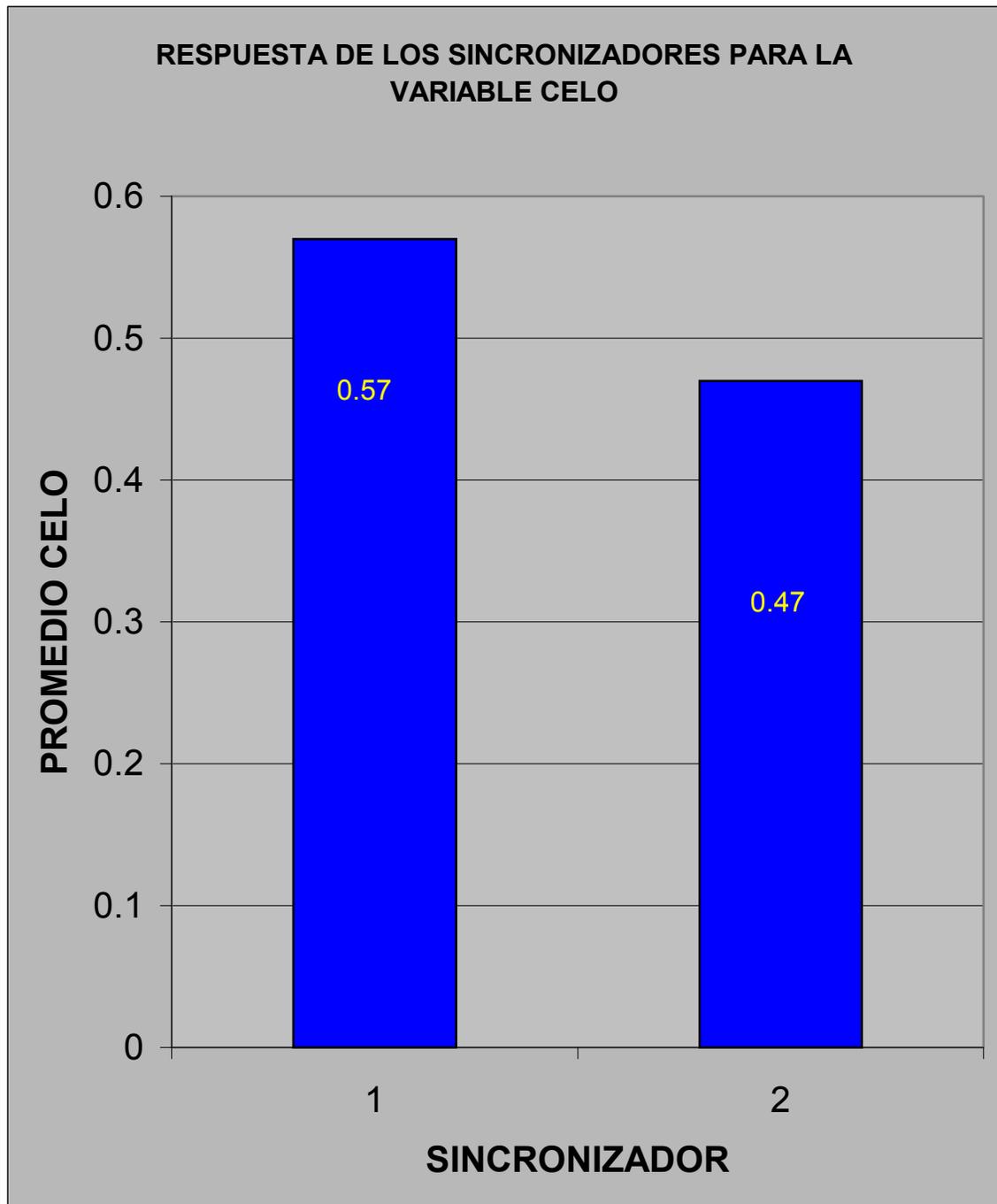
Segura *et al.*, (1989) mencionan que los porcentajes de fertilidad, si se ven afectados por la raza del ganado, citando que han encontrado que las vacas Boss taurus, tienen mejor comportamiento en relación con las vacas Cebú, 50 % y 43.3 % respectivamente.

Además esta respuesta se ve afectada por varios factores como puede ser la condición corporal, el nivel nutricional, el estrés por el manejo, el medio ambiente, etc.

Lo anterior sugiere que las hembras Boss indicus tienen problemas para quedar gestantes, posiblemente debido a largos periodos de anestro y al número de servicios necesarios para la preñez, (Hinojosa y Segura, 1988).

También en los resultados obtenidos por Galdámez (1995), 50% en ganado cebú x suizo y 40% en cebú, coinciden con los obtenidos en esta investigación, en los cuales menciona que a mayor edad, se obtiene menor preñez.

**Gráfica No. 1. Respuesta del Sincronizador para la Variable Celo.**

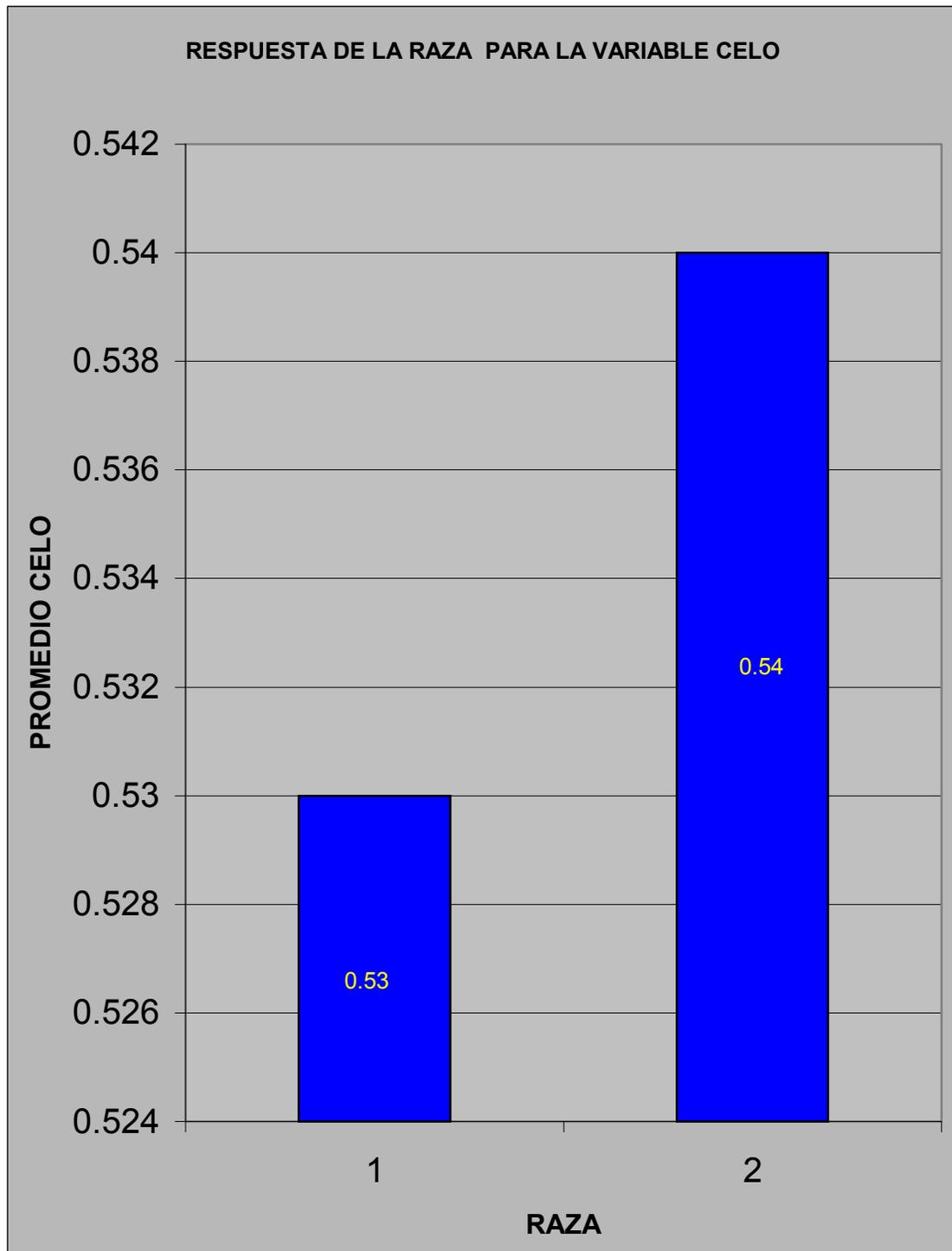


**Promedio celo: Unidades Estadísticas**

**1: Crestar + PMSG (Norgestomet + Valerato de estradiol)**

**2: Ovalyse + Lutalyse (GnRH + PGF<sub>2α</sub>)**

**Gráfica No. 2. Respuesta de la Raza para la Variable Celo.**

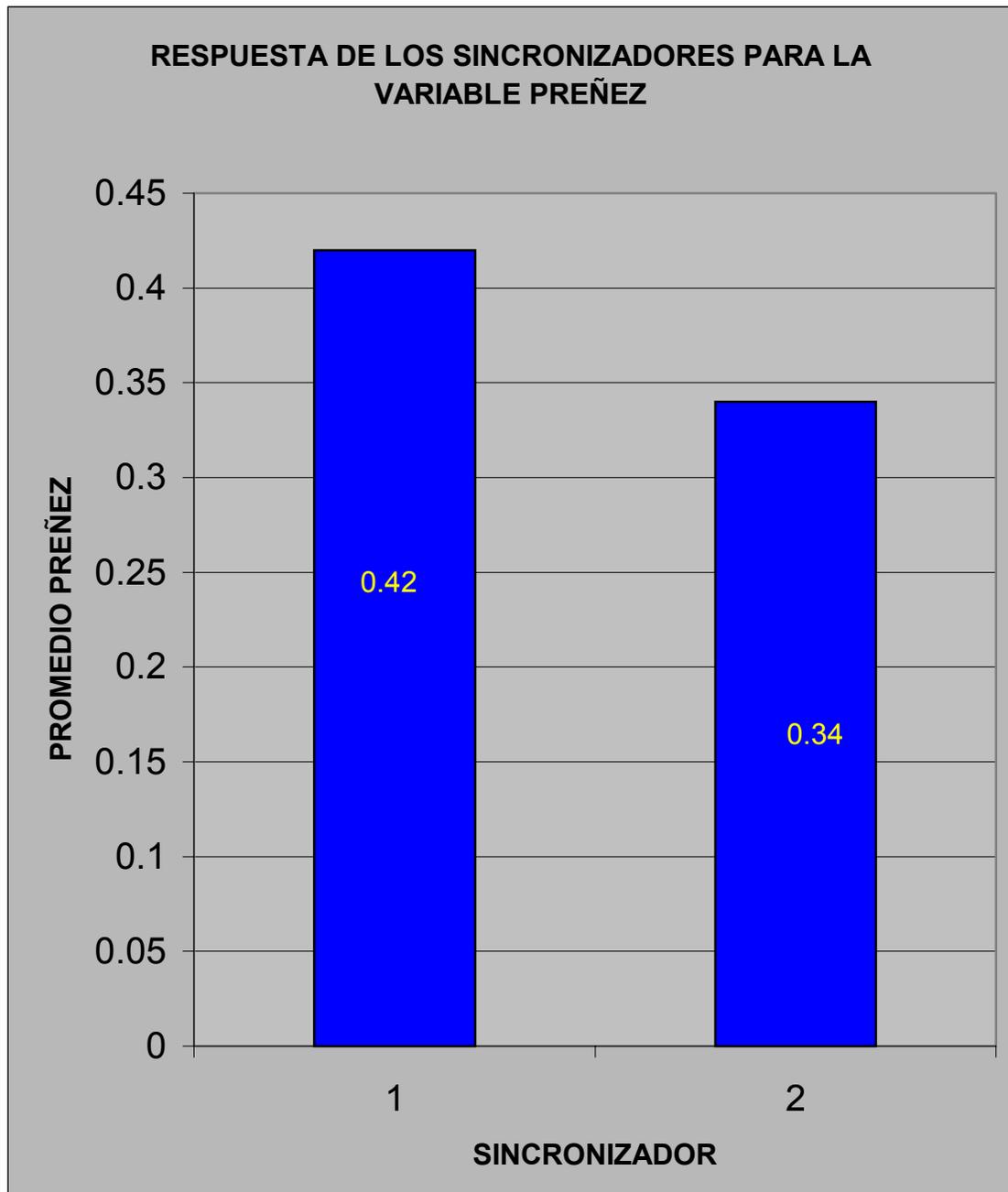


**Promedio celo: Unidades estadísticas**

**1: Cebú**

**2: ½ Cebú x ½ Suizo**

**Gráfica No. 3. Respuesta del Sincronizador para la Variable Preñez.**

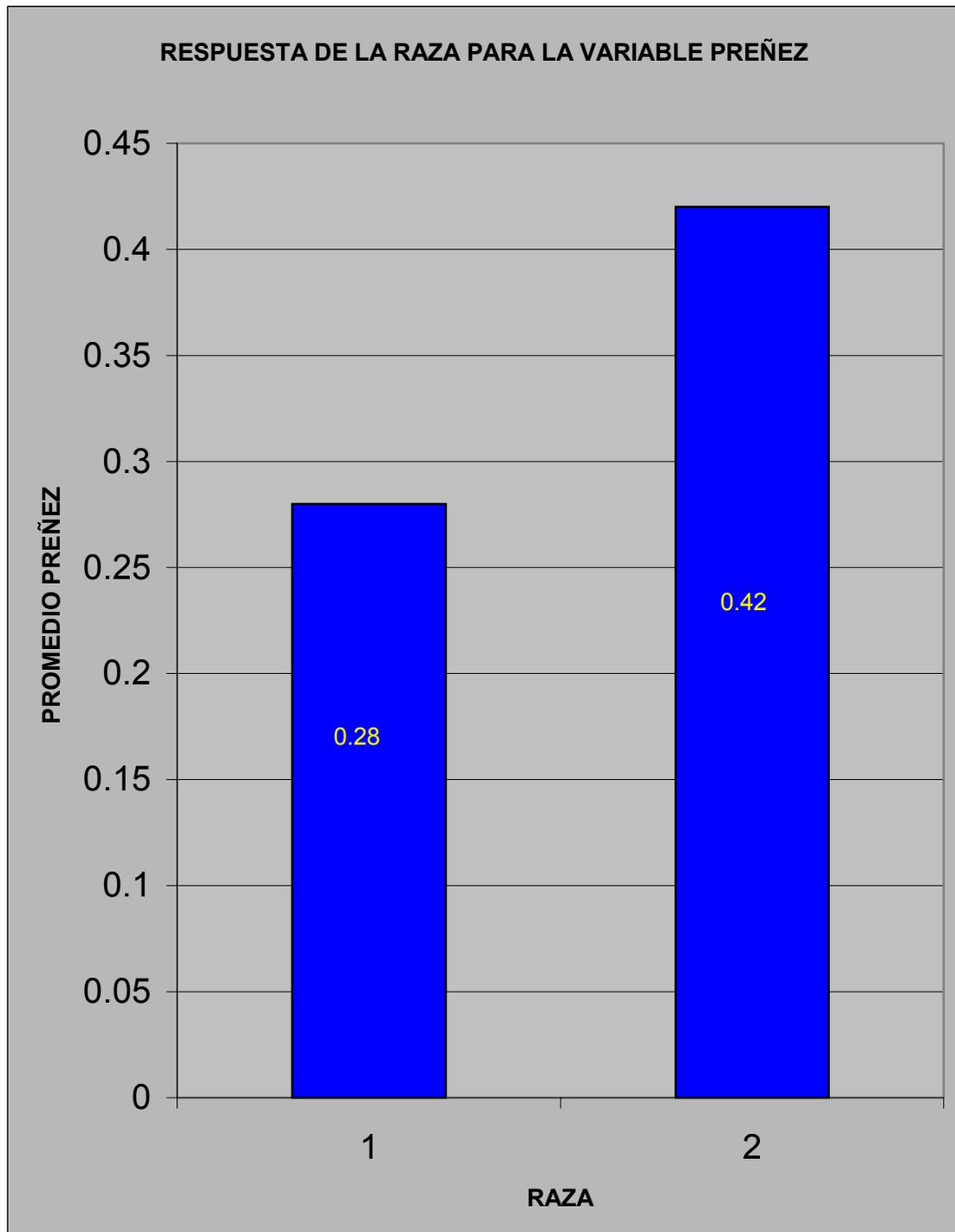


**Promedio preñez: Unidades Estadísticas**

**1: Crestar + PMSG (Norgestomet + Valerato de Estradiol)**

**2: Ovalyse + Lutalyse (GnRH + PGF $\alpha$ )**

**Gráfica No. 4. Respuesta de la Raza para la Variable Preñez.**



**Promedio preñez: Unidades Estadísticas**

**1: Cebú**

**2: ½ Cebú x ½ Suizo**

Los indicadores reproductivos utilizados durante el presente estudio sugieren que el comportamiento reproductivo del grupo de vacas cebú observadas fué pobre, el problema reproductivo no fué la falta de ciclicidad si no la falta de concepción, lo cuál puede ser el resultado del ambiente, o las diferencias de manejo.

Es probable que mejorando o creando algunas practicas de manejo, como el sistema de crianza de reemplazos y el manejo de vacas en producción, el mejoramiento de las condiciones micro climáticas puede obtenerse un comportamiento reproductivo aceptable de este tipo de animales.

## CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en la presente investigación, se concluye lo siguiente:

- Los programas de sincronización de celo a base de Crestar + PMSG y Ovalyse + Lutalyse son estadísticamente iguales en la respuesta a la sincronización del celo en ganado Cebú y  $\frac{1}{2}$  Cebú x  $\frac{1}{2}$  Pardo Suizo.
- Así mismo, los programas de sincronización de celo Crestar + PMSG y Ovalyse + Lutalyse son estadísticamente iguales en la respuesta a la preñez para vacas Cebú y  $\frac{1}{2}$  Cebú x  $\frac{1}{2}$  Pardo Suizo.

## Recomendaciones

- El implementar esta práctica en el manejo del rancho en el aspecto reproductivo nos proporciona ventajas favorables que nos incrementa la producción del hato mejorando a la vez la genética del mismo; que muy difícil se puede alcanzar con el método tradicional (monta natural) y a un plazo más largo de tiempo.
  
- Un aspecto que se debe tomar en cuenta puesto que es muy importante son los costos que implican el llevar a cabo esta práctica, ya que en ciertas ocasiones no es muy redituable debido a que no se lleven un manejo integral.
  
- El mejor comportamiento reproductivo se obtiene con ganado que ha sido obtenido en base a programas de selección genética y reproductivos, que se adaptan a las condiciones propias de las explotaciones.
  
- El ganado cebú tiene problemas para quedar gestante posiblemente debido a largos periodos de anestro y/o excesivos servicios necesarios para la preñez, esto se asocia con el carácter nervioso de la raza.
  
- Como se ha mencionado, el éxito de un buen programa reproductivo donde se utiliza la sincronización, depende de los siguientes factores:
  - a) Manejo adecuado del ganado al aplicar el sincronizante, así como el manejo y sanidad de los equipos y el sincronizador. Es importante también verificar que se retire el implante completo.

- b) Una correcta detección de las vacas que presentan estro, por lo que se debe capacitar a la persona que se utiliza para esta actividad.
- c) Higiene en el manejo del equipo y semen con el que se realiza la inseminación artificial, así como eficiencia y seriedad del técnico que realiza esta práctica.
- d) Control eficiente del ganado, por lo que se debe tener perfectamente identificado al ganado, además de contar con un control administrativo por medio de tarjetas individuales para todas las hembras en edad reproductiva, esta información debe ser recabada por el técnico responsable de los programas reproductivos y genéticos.

- En general se puede concluir, que en base a los resultados obtenidos, la sincronización de celos por medio de agentes sincronizantes son de gran importancia en un programa reproductivo ya que ésta sincronización hace posible que un gran número de animales presenten celo en un tiempo determinado y puedan ser inseminados artificialmente. De esta forma, los animales resultaran más uniformes con respecto a tamaño y peso, además de obtener un aprovechamiento de los recursos.

## LITERATURA CITADA

Ake L. R., 2000. Memoria Del Curso: **Manejo Reproductivo del Ganado Bovino en el Trópico**. Centro de Desarrollo Tecnológico Tantakin. Tzucacab, Yucatán, México.

Alberta, Agriculture: Food and Rural Development. 1998. **Body Condition: Implications for Management Beef Cows**.

Alvarez. 1999. **La alimentación y el rendimiento reproductivo**. Revista Mundo Ganadero No. 114. Editorial Eumedia, S. A. en Madrid.

Ayala A. Honhold N, Delgado R, Magaña J., **A visual Condition Scoring a cheme for Bo Indicus and Cross Breed Cattle**. En:Anderson S. wadsworth J. Eds. Dual Purpose Cattle Research. Merida; IFS/FMVZ- UADY, 1995.p 99- 126.

Balasubramanian, S. Y Quayan Abdul, S. 1993. **Oestrus synchronization and Pregnancy rates in Crosbred heifers treated with Syncromate-B**. Animal Breeding Abstracts, Vol. 61, No 3 (1296).

Bearden, J. A. 1982. **Reproducción Animal y aplicada**. 2da. Reimpresión. México. Ed. El Manual Moderno. 358 pp.

Bower, R. E. 1988. **Dont wait too lone to breed cows**. Hoard's Dairyman 133: 833.

Colak, A., Izgur, H. 1991. **Studies on oestrus synchronization wiht PGF<sub>2</sub> $\alpha$ , medroxyprogesterone acetate y Norgestomet in cows and heifers**. Animal Breeding Abstracts, Vol. 59, No 8 (5404).

Coleman, D. A., Bartol, F. F., Spencer, T. E., Floy, J. G., Wolfe, D. F. and Brendemuehl, J. P. 1991. **Effects of a Potent GnRH Agonist on Hormonal Profiles, Synchronization of Estrus and Fertility in Beef Cattle.** J. Anim. Sci., 69 (Suppl. 1): 396

De Alba, J. 1985. **Reproducción Animal.** Editorial Ediciones Copilco, S. A. México, D. F.

De los Santos, V. S. G., A. J. H. Sosa. 1988. **Uso de Compuestos Hormonales para la Resolución del Anestro Posparto en Ganado Bovino Productor de carne.** En: Encuentro Ganadero Aldama 88. Centro Experimental, Tamaulipas, México. pp 10-13.

De la Torre, R. M. 1991. **Manejo del Ganado de Doble Propósito en el trópico.** En: Producción Bovina Tropical. Nayarit, México. Pg 26-29.

Derivaux, J. 1976. **Reproducción de los animales domésticos.** Editorial Acribia, Zaragoza, España. Pg. 167 y 217.

Derivaux, J. 1961. **Fisiopatología de la Reproducción e inseminación Artificial de los Animales Domésticos.** Editorial acribia, Zaragoza, España. Diedrich,

Diedrich, S. 1972., **Endocrinología y fisiología de la reproducción de los animales zootécnicos.**, Editorial Acribia, Zaragoza, España. 393 pp.

Dziuk, P. J. and R. A. Bellows. 1983. **Management of Reproduction of beef, sheeps and pigs.** J. Anim. Sci. 57 (Suppl. 2): 355.

Frandsen R. D. Y Whitten, H. E. 1984. **Anatomía y Fisiología de los animales Domésticos**. Tercera Edición, Editorial Interamericana, S. A de C. V. México, D. F.

Frandsen, R. D. 1976. **Anatomía y fisiología de los animales domésticos**. Editorial. Interamericana, Zaragoza, España. Pg. 298 – 303.

FIRA. 2000. **Plan de Trabajo**. Centro de Desarrollo Tecnológico Tantakin. Tzucacab, Yucatán, México.

G. Mortimer, R. 1991. **Evaluating the Impact of Body Condition on Production Parameters in Beef Cows**. Veterinary Medicine.

Galina, C. H. 1986. **Reproducción de los animales domésticos**. Editorial Limusa, México, D. F. Pg. 178 – 179.

Galina H. C., C. A. Saltiel., M. J. Valencia., A. J. Becerril., Bustamante., Q. L. Zarco. 1988. **Reproducción de Animales Domésticos**. Ed. Limusa. México. Pp375.

García, T. A. 1994. **Inseminación Artificial en bovinos**. Monografía de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.

Gomez A. A. 1995. **Factores que Repercuten en la Fertilidad de los animales Domésticos** . En : Producción Bovina Tropical. Nayarit, México. Pp 18-21.

Guilbault, L. A., Villeneuve, P., Laverdiere, G., Proulx, J. And Dufour, J. J. 1991. **Estrus synchronization in beef cattle using a potent GnRH analog (Buserelin) and Cloprosterol**. J. Anim. Sci., 69 (Suppl. 1):419.

Haresing, W., 1989. **Producción ovina**, AGT Editor, México.

Herman, et al. 1994. **The artificial Insemination and Transfer of Dairy and Beef Cattle**. Eighth Edition, Edit. Interstate Publisher, INC. Danville, Illinois.

Hinojosa, J. A. y J. C. Segura C. 1988. **Edades al primer servicio y parto en hembras Cebú, Charolais y sus cruzas con razas Europeas bajo condiciones de Trópico Húmedo**. Tec. Pec. Mex. 26: 3 pp. 277- 284.

Hsueh, A. J. W. And Jones, PB. C. 1981. **Extrapituitary actions of Gonadotropin releasing hormone**. Endocrine Rev., 2:437-461.

Jimenez. 1994. **Manual de Inseminación Artificial**. Segunda Edición, Edit. W. R. Grace and Co. De Forest, Wisconsin. pg. 31-32.

Koppel, R., E. T., G. A. Ortíz O., A. Avila D., J. Lagunes L., O. G. Castañeda M., I. López G., V Aguilera S., J. Quiroz V., R. C. Calderón R. 1999. **Manejo de ganado bovino de doble propósito en el trópico**. Inifap. Cirgoc. Libro técnico Núm. 5. Veracruz, México. 158 p.

Koppel R., E. T. y O. L. Rodriguez R. 1989. **Sincronización del estro con progestágenos e inseminación a tiempo predeterminado en vaquillas Cebú bajo condiciones de Trópico**. Tec. Pec. Mex. 27:2 pp 53- 61.

Leaver, J. D., 1997. **Effect of level of nutrition and body condition on the fertility of heifers**. Anim. Prod. 25: 219 - 224.

López, M. M. A., 1983. **Hormonas; Reproducción natural y artificial e inducción al celo**. Pg. 113 – 176.

Loyocano, A. F., W. A. Nipper y C. K. Vicent. 1974. **Effects of supplemental energy and season of breeding on the reproductive performance of beef cattle.** J. Anim. Sci. 39: 281- 285.

Lowman B, Scott N, Sornmerville S. **Condition Scoring of Cattle.** The East of Scotiand College of Agriculture, Edinburg Scotland; 1973. p 1 S. Bulletin No. 6.

Lucy, M. C., J. D. Savio, L. Badinga, R. L. De la Sota, and W. W. Thatcher. 1991. **Factors that affectt ovarium follicular dynamics in cattle.** J. Anim. Sci. 70: 3615 – 36 62.

McDonald, L. E. 1986. **Reproducción y endocrinología veterinaria.** 2ª Edición Vol. 1 y 2. Editorial Oceana pg 1 – 42; 200 – 224; 225 – 255.

Mellado, B. M., 1992. **Manejo del ganado de carne para incrementar la cosecha de becerros.** En: Memoria del Seminario sobre bovinos de carne. UAAAN., Departamento de Producción Animal., Saltillo, Coah. Pg.18.

N. R. C. 1984. **Nutrient requeriments of beef cattle.** 5<sup>th</sup> Rev.Ed. National Academy Press. Washinton.

Narasimha Rao, A. V. And Venkatramiah, P. 1991. **Induction and synchronization of oestrus and Fertility in Seasonally Anoestrus Buffaloes wiht GnRH and a PG analog.** Anim. Reprod. Sci., 25:109-113.

Padrón C. E., 2001. **Statgraphics Plus, Versión 6.0.** Paquete Estadístico. Departamento de Estadística. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Peters y Ball, 1991. **Reproducción del ganado vacuno.** Editorial Acribia S. A. Zaragoza, España. Pag 53 – 123.

Porras, A. A. Y Galina, H. C. 1992. **Utilización de progestágenos para la manipulación del ciclo estral en bovinos**, Departamento de reproducción. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia., UNAM. México, D. F.

Prinzen, R.; Allgayer, F.; Bartz, U.; Huber, E. 1991. **Effects of PGF<sub>2</sub> $\alpha$  on Conception rate in Heifers and Cowss**. Animal Breeding Abstracts, Vol. 59, No 10 (6690).

Ricards, M. W., j. C. Spitzer and M. B. Warner, 1986. **Effect of varying levels of postpartum nutrition and body condition of calving on subsequent reproductive performance on beef cattle**. J. Anim. Sci. 62: 300 – 306.

Rivera M. B., 1998. **Efecto de la Inducción de Celos Fértiles (GnRH, Progestágenos y Prostaglandinas) en los Porcentajes de Celo y Preñez en Bovinos de Carne**. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. Méx.

Roche, J. F. 1986. **Synchronization of oestrus and fertility following artificial insemination in heifers given prostaglandin F<sub>2</sub> $\alpha$** . Journal of Reproduction and fertility.

Rodriguez R. A., O. Castillas T., M. Valencia Z. y E. Gonzalez P. 1977. **Empleo de Acetato de Melengestrol, Valerato de Estradiol y Progesterona para el control del estro en bovinos Pardo suizo x Cebú**. Tec. Pec.Mex. 32 pp 41-45.

Rose Hermel, S. 1997. **Synchronization: For Cows Only**. Revista Beef. Vol. 33, No 7.

Rutter, L. M. and R. D. Randel. 1984. **Postpartum nutrient intake and body condition: Effect on pituitary function and onset of estrus in beef cattle.** J. Anim. Sci. 58: 265.

Short, R. E., K. A. Bellows, R. B. Staigmiller. 1990. **Physiological Mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle.** J. Anim. Sci. 68: 799 – 816.

Segura C., V. M., O. L. Rodriguez R. y J. C. Segura. 1989. **Factores que modifican la fertilidad en hembras Cebú y encastadas con Europeo bajo un programa de inseminación en el trópico.** Tec. Pec. Mex. 27: 3 pp 129-136.

Sorensen, A. M. 1982. **Reproducción Animal, Principios y Practicas.** Primera edición, Editorial McGraw-hill, México, D. F. 539 pp.

Stabenfeldt. 1978. **Endocrinología y fisiología de reproducción de los animales Zootécnicos.** España. Ed. Acribia. 393 pp.

Thatcher, W. W., M. Drost, J. D. Savio, K. L. Macmillan, K. W. Entwistle, E. J. Schmitt, R. L. De la Sota, G. R. Morris. 1993. **New clinical uses of GnRH and its analogues in cattle.** Anim. Reprod. Sci., 33: 27 - 49.

Tumen, H.; Gokeen, H. 1994. **A study on the effects of GnRH and HCG on the fertility of cows.** Animal Breeding Abstracts, Vol. 62, No 9 (5043).

Whitman, R. W. 1975. **Weight changes, body condition and beef cows reproduction.** Ph. D. Dissertation. Colorado States Univ., Fort Collins.

Whittler W. W., 1993. **Application of gonadotropin releasing hormone as therapeutic agent in animal reproduction.** Animal Reproduction Science, 28 (11 – 19).

Wiggan, L. S., Hepburn, E., García-Velez, C. 1992. **Fertility in beef cattle following oestrus synchronization and artificial insemination.** Animal Breeding Abstracts, vol. 60, No 11 (6940).

Wiltbank and Mares. 1997. **Artificial Insemination on Beef Cattle.** Proc. Llth. Conf. Denver. Pag. 57-65.

Williams, G. L. 1990. **Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle.** A review. J. Anim. Sci. 68: 831.

## APENDICE

**Cuadro 1 A. Análisis de Varianza para la Variable Respuesta al Celo.**

F V	G L	S M	C M	Probabilidad
A: EMI. Sincronizador	1	0.0346291	0.0346291	0.4383 NS
B: EMI. Raza	1	0.0019309	0.0019309	0.8535 NS
Interacción				
A B	1	0.0046237	0.0046237	0.7753 NS
Error	37	2.0109306	0.0543495	
Total	40	2.0486559		

(No significativo)

C. V = 20.69 %

**Cuadro 2 A. Análisis de Varianza para la Variable respuesta de Preñez.**

F V	G L	S M	C M	Probabilidad
A: EMI. Sincronizador	1	0.0085875	0.0085875	0.6804 NS
B: EMI. Raza	1	0.0316685	0.0316685	0.4322 NS
Interacción				
A B	1	0.0201280	0.0201280	0.5298 NS
Error	37	1.7901009	0.0483811	
Total	40	1.8437903		

(No significativo)

C. V = 20.89 %

### ANALISIS ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS

**Cuadro 3 A. Costo del tratamiento (Precios del mes de Agosto del 2000).**

Tratamientos	Costo/Dosis/Vaca
Crestar + PMSG	\$ 76.00 + 67.00 = 143.00
Ovalyse + Lutalyse	\$ 58.00 + 31.66 = 89.66

- Crestar + PMSG ( Implante de Norgestomet más la Inyección de Valerato de Estradiol).

- Ovalyse + Lutalyse (GnRH "Acetato de Fertirelin" + PGF<sub>2α</sub>"Dinoprost ).

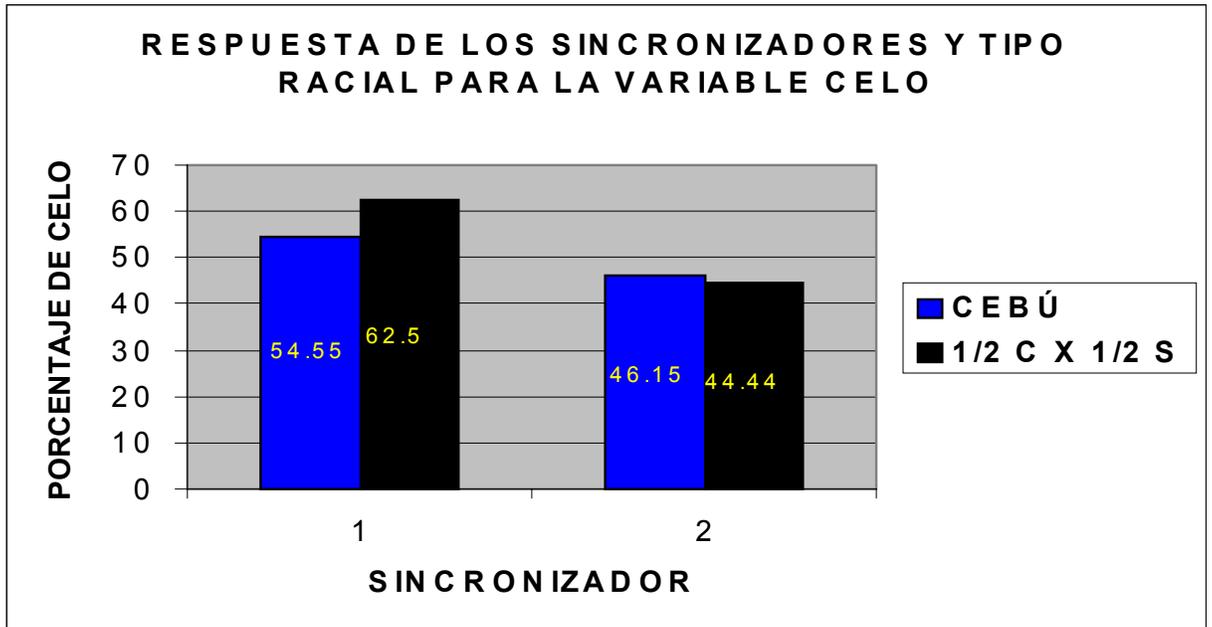
**Cuadro 4 A. Costo del Sincronizador + Dosis de semen utilizado.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Semen de Toro 28 Suizo Americano</b>
<b>Crestar + PMSG</b>	<b>143.00 + 141.75 = 284.75</b>
<b>Ovalyse + Lutalyse</b>	<b>89.66 + 141.75 = 231.41</b>

- Crestar + PMSG ( Implante de Norgestomet más la Inyección de Valerato de Estradiol).

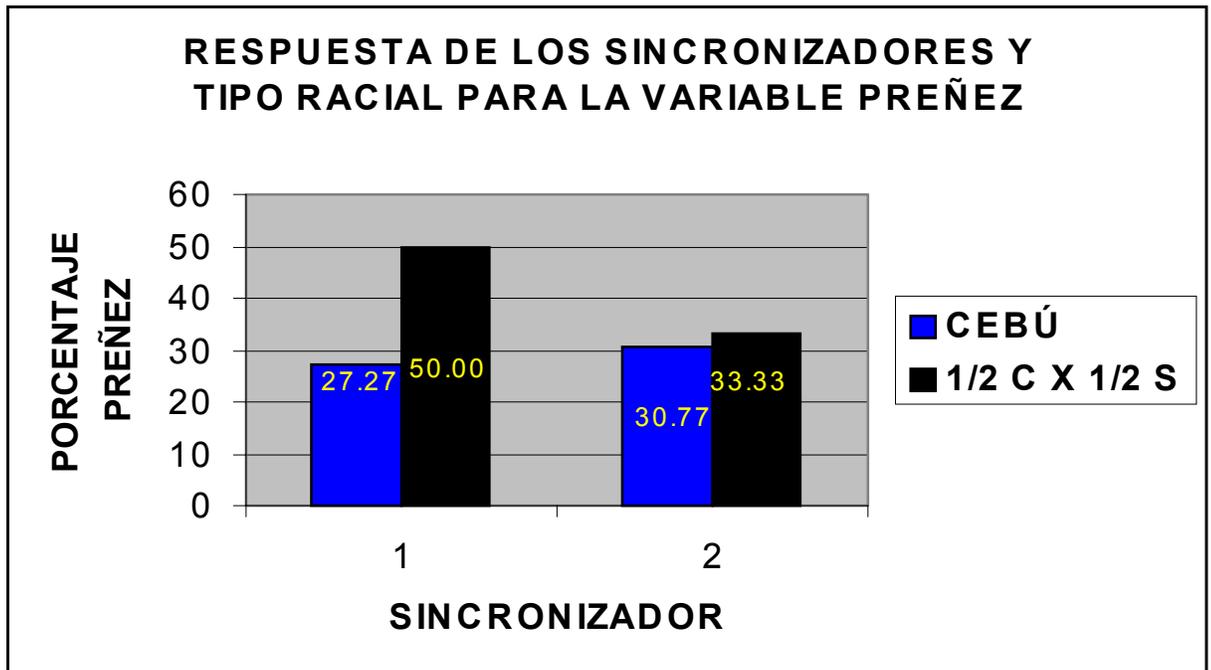
- Ovalyse + Lutalyse (GnRH "Acetato de Fertirelin" + PGF<sub>2α</sub>"Dinoprost ).

**Grafica 1 A. Respuesta de los Sincronizadores y tipo racial para la Variable Celo.**



1: Crestar + PMSG (Norgestomet+Valerato de Estradiol) 58.52 % Promedio.  
 2: Ovalyse + Lutalyse (GnRH + PGF2 $\alpha$ ) 45.29 % Promedio.

**Gráfica 2 A. Respuesta de los Sincronizadores y tipo racial para la Variable Preñez.**



1: Crestar + PMSG (Norgestomet+Valerato de Estradiol) 38.63 % Promedio.  
 2 : Ovalyse + Lutalyse (GnRH + PGF2 $\alpha$ ) 32.63 % Promedio.