

11663

IMP. DE INVEST. CIENTÍFICAS  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA  
5 de Mayo

INFLUENCIA ESTACIONAL SOBRE EL ESTRO Y EL CICLO ESTRAL EN  
HEMBRAS CEBU MANTENIDAS EN CLIMA TROPICAL

Tesis presentada ante la División de  
Estudios de Posgrado de la  
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

de la

Universidad Nacional Autónoma de México  
para la obtención del grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS

Área: REPRODUCCION ANIMAL

por

EUGENIO VILLAGOMEZ AMEZCUA MANJARREZ

Junio de 1990

Asesor principal: M.V.Z. M.Sc. Héctor Castillo Rojas

Coasesores: M.V.Z. M.Sc. Ph.D. Alejandro Villa Godoy

Biól. M.Sc. Ph.D. Carlos Vásquez Feláez

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## LISTA DE CONTENIDO

DEDICATORIAS.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
LISTA DE CUADROS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
INTRODUCCION.....	1
OBJETIVO GENERAL.....	4
REVISION DE LITERATURA.....	5
Influencia estacional sobre la eficiencia reproductiva.....	5
Influencia de los factores ambientales que caracterizan las estaciones sobre la eficiencia reproductiva del ganado bovino...	7
Influencia estacional sobre la duración y la presentación de estros.....	8
Influencia estacional sobre el ciclo estral.....	11
Influencia estacional y de factores climáticos sobre la función del cuerpo lúteo.....	13
Sumario.....	16
HIPOTESIS.....	19
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	19
MATERIAL Y METODOS.....	20
Generales.....	20
Experimento I.....	21
Experimento II.....	23

RESULTADOS.....	27
Experimento I.....	27
Experimento II.....	28
DISCUSION.....	45
Incidencia de estros .....	45
Duración del estro.....	49
Duración del ciclo estral.....	52
Función lútea.....	54
SUMARIO Y CONCLUSIONES.....	57
LISTA DE REFERENCIAS.....	61

## INDICE DE CUADROS

CUADRO 1.	Cuadrados medios para el estro y el ciclo estral en vacas y vaquillas cebu (estado fisiológico) por estación.....	30
CUADRO 2.	Número de estros observados por estación en vacas y vaquillas cebu mantenidas en clima tropical.....	31
CUADRO 3.	Duración del estro (h) en vacas y vaquillas cebu mantenidas en clima tropical.....	32
CUADRO 4.	Duración del ciclo estral (d) en vacas y vaquillas cebu mantenidas en clima tropical.....	33
CUADRO 5.	Coefficientes de correlación entre los factores climáticos que determinan las estaciones del año y la incidencia de estros en vacas y vaquillas cebu.....	34
CUADRO 6.	Coefficientes de correlación entre los factores climáticos que determinan las estaciones del año y la duración del estro en vacas y vaquillas cebu.....	35
CUADRO 7.	Coefficientes de correlación entre los factores climáticos que determinan las estaciones del año y la duración del ciclo estral en vacas y vaquillas cebu.....	36
CUADRO 8.	Cuadrados medios para la concentración de progesterona en vacas y vaquillas cebu (estado fisiológico) por estación.....	37
CUADRO 9.	Concentración de progesterona en vacas y vaquillas cebu durante el estro y el diestro....	38

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Incidencia de estros de hembras cebú y su relación con la temperatura ambiental durante las diferentes estaciones del año....	39
FIGURA 2. Incidencia de estros de hembras cebú y su relación con la insolación durante las diferentes estaciones del año.....	40
FIGURA 3. Incidencia de estros de hembras cebú y su relación con el fotoperiodo en las diferentes estaciones de año.....	41
FIGURA 4. Duración del estro de hembras cebú y su relación con la velocidad del viento durante las diferentes estaciones de año.....	42
FIGURA 5. Duración del estro de hembras cebú y su relación con la precipitación pluvial durante las diferentes estaciones del año.....	43
FIGURA 6. Duración del estro de hembras cebú y su relación con la humedad relativa durante las diferentes estaciones del año.....	44

## INTRODUCCION

Durante la proxima decada, se estima que la poblacion de Mexico se incrementara en un 40% ( Rivera, 1965 ). Este incremento implica mayores demandas nutricionales que tendran que ser satisfechas, idealmente mediante un aumento en la produccion de alimentos de origen animal como vegetal. Aun en la actualidad, la oferta de los alimentos de origen animal es insuficiente para cubrir los requerimientos nutricionales de los mexicanos ( Manual de Estadistica Basica, S.P.F.: 1966 ). Una de las mejores oportunidades para aumentar la oferta de los alimentos de origen animal, es intensificar la produccion pecuaria en las zonas tropicales, ya que aproximadamente un 25% del territorio nacional es clasificado como tropico ( Anuario Estadistico, 1968: SARRH ). Debido a las características climáticas de dichas zonas, la ganaderia bovina esta constituida basicamente por animales cebuinos ( Zambrano, 1976 ), los cuales han mostrado una gran adaptacion a las condiciones ambientales prevalentes en el tropico. Sin embargo los indices productivos del ganado cebu y sus cruces son relativamente bajos ( Meinelles, 1975 ). Uno de los factores que han limitado en mayor grado la productividad del ganado bovino del tropico, es la marcada estacionalidad en la produccion de leche y becerros ( Ficcone, 1963 ), que resulta fundamentalmente de la estacionalidad reproductiva observada en este tipo de animales ( Castillo y col., 1963: Romero y col. 1963 ). Por lo tanto es importante identificar los factores que determinan el comportamiento estacional y los eventos

reproductivos específicos involucrados en el fenómeno de estacionalidad reproductiva del ganado cebuino.

La generalidad de los autores considera que las nembras bovinas son poliestricas continuas (Foots, 1974; Hafez, 1980; Salisbury, 1980). Sin embargo, estudios realizados con ganado cebu han mostrado variaciones estacionales en cuanto a la manifestación de estros (Gupta y col, 1980; Flasse y col, 1970) y las tasas de fecundación de estos animales (Castillo y col, 1983; Jöchle, 1972; Romero y col, 1983). Se ha documentado que varios componentes climáticos inciden en la reproducción de lo bovinos. Algunos estudios muestran que en ganado cebú, la eficiencia reproductiva esta asociada positivamente con la temperatura ambiental (Jöchle, 1972; Wilson, 1949), la precipitación pluvial (Morales y col, 1978) o , el fotoperiodo (Agarwal y col, 1970; Gupta y col, 1980). No obstante, en otros trabajos se han obtenido resultados que contradicen a los anteriores (Carneiro, 1950; Sánchez y col, 1969). Los conflictos encontrados en la literatura pueden deberse a interacciones de los factores ambientales o a diferencias en estado fisiológico de los animales estudiados. A pesar de que se desconocen los efectos precisos de los componentes ambientales que afectan la reproducción, se sabe que hay meses privilegiados que favorecen la fertilidad del ganado cebú. Las épocas de mayor fertilidad varían según la localidad geográfica. Así por ejemplo en el Sureste de México, (Castillo y col, 1983; Romero y col, 1983), Florida (Flasse y col, 1970) y Cuba (Menéndez y col, 1978) han indicado que la fertilidad del ganado cebú y sus cruas es elevada durante la primavera y el



verano, estaciones que coinciden con las épocas prelluviosas y lluviosas; mientras que durante el otoño y el invierno se registran las tasas de fertilidad más bajas. Por el contrario en Brasil ( Carneiro 1950 ) y Guatemala ( Sanchez y col, 1960 ) se ha observado una mejor fertilidad de las hembras cebu durante la época de sequía. En los estudios previamente mencionados, no fue posible disociar los efectos de estacionalidad de la influencia de la disponibilidad de forrajes. Sin embargo, el hecho de que la época de mayor fertilidad no coincida en todos los casos con la mayor abundancia de forrajes, indica que la alimentación por sí sola, no explica el fenómeno de estacionalidad reproductiva en el ganado cebuino.

Entre los eventos reproductivos que podrían ser afectados por la estacionalidad, se encuentran la duración del ciclo estral, la duración y presentación del estro y la función del cuerpo lúteo. Todos estos eventos son afectados por algunos factores climáticos aislados ( ver revisión de literatura ) y son importantes por estar asociados con la fertilidad. Por ejemplo, tanto a la presentación de estros de corta duración como al alargamiento del ciclo estral se les ha atribuido al menos parcialmente, un efecto sobre la baja eficiencia reproductiva observada en el ganado cebu ( Fiasse y col, 1970; Zakari y col, 1980 ). Por otro lado, la progesterona secretada por un cuerpo lúteo contribuye a modular el ambiente endocrino preovulatorio y puede afectar la función del cuerpo lúteo subsiguiente ( Smith, 1985 ). Alternativamente la secreción insuficiente o excesiva de progesterona se han asociado con alta mortalidad embrionaria y ciclos estrales prolongados.

quizás debido a una incompatibilidad entre la función del útero y el desarrollo del embrión (Vander y col., 1970). A pesar de que la estacionalidad reproductiva de los bovinos del trópico ha sido documentada, como se indica en la discusión previa, no se sabe con certeza cuales eventos o funciones reproductivas son afectadas específicamente, ni cuales son los factores ambientales que inciden sobre la fertilidad.

#### OBJETIVO

El tema central del presente estudio fue determinar, en condiciones de alimentación controlada, los efectos de estacionalidad sobre el estró, el ciclo estral y la función del cuerpo lúteo de hembras cabú en ausencia de gestación y lactación. En caso de existir dichos efectos, un objetivo colateral fue establecer la asociación entre las variables reproductivas afectadas y los factores ambientales que determinan la estacionalidad.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### 1.) INFLUENCIA ESTACIONAL SOBRE LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA.

No obstante que la ovulación de las vacas persiste a través de las estaciones, se ha observado una variación estacional en su fertilidad (Montgomery, 1985; Randel, 1984; Tucker, 1992). Varios reportes indican que las hembras de la especie Bos taurus mantenidas entre los 45 y 49 de Latitud Norte, tienen una mayor tasa de preñez durante las estaciones de verano y otoño comparadas con las de invierno y primavera (De Kruif y Brand, 1979; Salisbury y col. 1978). Por otro lado, estudios en las regiones áridas y tropicales indican una reducción en la fertilidad de vacas Bos taurus durante los meses del verano (Dunlap, 1971; Ewasdauskas y col., 1975; Stott, 1961; Thatcher, 1974). Los efectos estacionales sobre la fertilidad del ganado Bos indicus también han sido documentados por autores de varias localidades geográficas (Anderson, 1944; Peña, 1972; Zakari y col. 1981b). En México se han efectuado varios estudios al respecto entre los que sobresalen los siguientes: Rivera y col. (1983) encontraron que en dos épocas cortas de empadre de ganado Indobrasil, existieron mayores porcentajes de concepción durante la primavera que durante el otoño. Celis y Rodríguez (1985) trabajando con órganos reproductores de hembras cebu y sus cruces enviados a pastros de Yucatán, observaron que los mayores porcentajes de concepción ocurrieron durante la primavera y el verano (abril a agosto). Castillo y col. (1983) observaron que la frecuencia mensual de fecundaciones fue superior a la

media teorica mensual ( 6.3 % ) durante los meses de primavera, verano y parte del otoño en animales Bos indicus y sus cruces. También en otros países, se han producido evidencias de estacionalidad del ganado bovino. Por ejemplo, en Nigeria (Zakari, 1981b) y en Cuba (Morales y col., 1975) reportaron una mayor tasa de concepciones durante los meses de mayo a octubre, los cuales coincidían con la época de lluvias. Por el contrario en Venezuela (Nelia Peña y col. 1972 ), observaron una mayor tasa de concepciones durante los meses de diciembre a marzo cuando estaba presente la época de secas. La revisión anterior indica que la alta fertilidad del ganado cebuino es estacional. Sin embargo, entre las distintas localidades esta no ocurre en forma consistente en la misma época o estación. Es necesario hacer notar que en los estudios discutidos, la mayoría de los resultados fueron generados a través de encuestas o de colección de información proveniente de explotaciones donde no se ejerció ningún control sobre diversos aspectos relacionados con la disponibilidad de forrajes, de sistemas de alimentación y manejo del ganado por lo que los supuestos efectos estacionales pueden estar confundidos con la influencia de otros factores no relacionados con la estacionalidad. Alternativamente, los factores ambientales pueden diferir entre las localidades y determinar distintos comportamientos reproductivos del ganado en una misma estación.

## 2 / INFLUENCIA DE LOS FACTORES AMBIENTALES QUE CARACTERIZAN LAS ESTACIONES SOBRE LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA DEL GANADO BOVINO.

Se han realizado diferentes estudios con el fin de determinar cual o cuales factores ambientales son responsables de los cambios en el comportamiento reproductivo del ganado cebu. En Cuba, Menendez y col. ( 1978 ), observaron que el incremento de la precipitación pluvial coincidía con un aumento en la tasa de preñez. En la Huasteca Fotosina, se encontró una correlación positiva altamente significativa entre la temperatura ambiental y la concepción (Jócnia, 1972). Por el contrario, en Yucatán, no se detectaron asociaciones significativas entre la tasa de concepción y el fotoperíodo, la precipitación pluvial o la temperatura ambiental (Romero y col. 1983 ). Sin embargo estos mismos autores observaron que la interacción entre precipitación y fotoperíodo sí estuvo asociada positivamente con la tasa de concepción. En contraste con este último experimento, varios estudios concuerdan en que la eficiencia reproductiva del ganado Bos indicus ( Anderson, 1944; Morales, 1976; Steinbach y Balogun, 1971 ) y del ganado Bos taurus ( Sweetman, 1950 ), es paralela a la fluctuación fotoperiódica asociada a las estaciones del año.

Los informes anteriores indican claramente, que algunos factores climáticos están asociados al comportamiento reproductivo. Sin embargo hay contradicción respecto a cual o cuales factores afectan a la reproducción de los bovinos. Lo más probable es que las influencias sean ejercidas por la interacción de varios o todos los factores climáticos antes citados. No

constante es difícil determinar un patrón de acción de tales factores sobre la reproducción del ganado bovino, debido a la variedad de microclimas prevalentes en cada región, además de la dificultad de estudiar los efectos separadamente. Por lo tanto es necesario identificar en cada localidad de estudio, la interrelación de los factores climáticos asociados a la reproducción.

### 3 ) INFLUENCIA ESTACIONAL SOBRE LA DURACION Y PRESENTACION DE ESTROS.

Dependiendo de la fuente, la duración promedio del estro oscila entre 4.8 h ( Anderson, 1944 ) y 17 h ( Villacorta, 1966 ) en el ganado Bos indicus y de 11 h ( Vriss , 1972 ) hasta 21 h ( Wiltbank, 1957 ) en el ganado Bos taurus. Se ha mencionado que entre los factores que influyen sobre tales resultados se encuentran el tamaño de la muestra, las condiciones ambientales, la raza, la presencia o ausencia del toro, el método o frecuencia de observación y el número de hembras que están simultáneamente en estro ( Helmer y Britt, 1985; Tanabe y Casida, 1949; Wishart, 1972 ).

En hembras Bos taurus se ha informado una reducción en la duración del estro durante los meses más cálidos del año (Gwazdauskas y col. 1974; Vaugh, 1976; Wolff y Monty, 1974). Asimismo una mayor frecuencia de anestros y ovulaciones silenciosas en animales de esta especie han sido asociados con altas temperaturas ( Ganswar y col., 1963; Labsetwar y col., 1963; Hail y col. ( 1959 ) reportaron una variación mensual significativa en la duración del estro de vacas lecheras en

diversas. Dependencia de longitud de este parámetro durante los meses del verano. Menendez y col. (1975) en Cuba observaron una mayor proporción de estros en vacas Holstein durante otoño e invierno ( octubre a marzo ) cuando había disminuido la temperatura ambiente. Por otro lado Donaldson ( 1960 ) en Australia ( Adeboye y col. (1977) en Nigeria trabajando con vacas Shorthorn y Herman Brown respectivamente, no encontraron un efecto estacional sobre la duración del estrus. En animales hgs indios el incremento en la presentación de estros ha sido asociado positivamente al fotoperiodo (Arenal, 1977; Ellison y col. 1970 ). En Navarra, Lozano (1980), trabajando con animales de la raza Guzerat, registro una mayor proporción de vacas lactantes en estrus a medida que se incrementaba el fotoperiodo y se reducía la precipitación pluvial. Fiasse y col. ( 1970 ) y Gauthier (1980) en la Florida y el Caribe, notaron una influencia negativa de la baja temperatura durante el invierno sobre la presentación de estros de hembras cebu, ocasionando ciclos largos y una elevada frecuencia de ovulaciones silenciosas. Zanari y col. ( 1981 ) en Nigeria y Gupta y col. ( 1980 ) en la India, encontraron una mayor duración e intensidad del estrus durante las épocas lluviosas y frescas ( verano y otoño respectivamente ) comparadas con la seca y la prelluviosa ( invierno y primavera respectivamente ).

Von y col. ( 1987 ) estudiando la respuesta al tratamiento de un análogo de la prostaglandina F<sub>2a</sub> en animales cebu de Nigeria, informaron que hubo un mayor porcentaje de estros así como una mayor duración de los mismos durante la época húmeda (verano) comparada con la seca ( invierno ). Lammond ( 1968 )

trabajando con vaquillas de carne encastadas con cebu en Australia, encontro una variacion estacional en el efecto que la progesterona exogena ejerce sobre la induccion de estros, requiriendose dosis más altas en las primavera y el verano y dosis menores en el otoño. Baker ( 1967 ) encontro una interaccion del peso corporal y la estación sobre la incidencia del estro en vaquillas Sahiwal y Shorthorn, cesando completamente la actividad estrol de vaquillas con pesos menores a los 250 kilogramos en los meses de abril, junio y noviembre. Por otro lado, Koppel y col. ( 1984 ) en Veracruz trabajando con vacas cebu en estado de lactación, no encontraron un efecto estacional sobre la duración del estro. Con base en la revisión anterior hay que hacer notar que las estaciones afectan de manera distinta a hembras Bos taurus de las Bos indicus. El estrés termico puede alterar la duración y presentación de estros en animales Bos taurus y por otro lado la baja temperatura parece influir negativamente sobre la actividad estrol de animales Bos indicus. Se ha mostrado que bajo condiciones de estrés termico, las razas europeas tienen una mayor producción calórica que las indicas, además de que estas últimas poseen una mayor superficie corporal para difundir el calor, soportando así una carga termica mucho mayor que las Bos taurus ( Brody, 1980 ). Tal disposición orgánica del ganado cebu para adaptarse al calor, quizá explique el porque la estación calida afecta en forma distinta la duración y presentación de estros de hembras Bos indicus en comparación con las Bos taurus. Por otra parte aun no se ha dilucidado con exactitud, como y porque la actividad estrol de las hembras cebu



es afectada por los meses frios del año. Asimismo se observan discrepancias en cuanto a si las estaciones afectan o no la duración del estró de hembras de vacas. En algunos trabajos se utilizaron vacas lactantes a diferencia de otros en los cuales se utilizaron únicamente vaquillas. El uso de animales lactantes impide la disociación del mismo grupo a través de todo el año, que aunado a una serie de aspectos de manejo que no pueden ser fácilmente controlados, probablemente enmascaren los efectos de la estación sobre las variables en estudio.

#### 4 ) INFLUENCIA ESTACIONAL SOBRE EL CICLO ESTRAL.

Stott y Williams ( 1962 ) en Arizona y Hall y col. ( 1959 ) en Louisiana encontraron un incremento en la frecuencia de ciclos estrales con duraciones mayores a 26 días durante el verano en vacas lecheras recién inseminadas, lo cual atribuyeron a una muerte embrionaria temprana. Por el contrario Stanton y col. ( 1957 ) y Hinselwood y col. ( 1982 ) reportaron una reducción en la longitud del ciclo estral de vacas Holstein durante los meses del verano, atribuyendo esto a un desbalance endocrino causado por el estrés térmico, que pudiera reducir la vida del cuerpo lúteo. Monty y col. ( 1974 ) mencionan que la longitud del ciclo estral puede estar influenciada por el estado en que ocurre que la muerte del embrión y por el tiempo en que el embrión en degeneración estimula la actividad del cuerpo lúteo. Sin embargo la duración del ciclo estral no es necesariamente un indicador de mortalidad embrionaria, ya que en estudios con vaquillas expuestas a estrés térmico y sin inseminar, se observaron ciclos estrales mayores a 25 días de longitud ( Ganawar, 1985 ). Por el

contrario Hall y col. ( 1959 ) no encontraron un efecto estacional sobre la duracion del ciclo estral de vacas y vaquillas lecheras. Asimismo en Michigan, Rzedowski y col. (1985), determinaron que ni el fotoperiodo ( 8 h luz : 16 h oscuridad contra 16 h luz : 8 h oscuridad ), ni la estacion ( otoño contra invierno ) afectaron la longitud del ciclo estral de vaquillas Holstein.

Zakari y col. ( 1981 ) trabajando con vacas cebu en Nigeria encontraron un efecto estacional sobre la duracion del ciclo estral, habiendo ciclos de mayor duracion en las épocas seca y prelluviosa ( invierno y primavera respectivamente, comparados con la lluviosa y preseca ( verano y otoño respectivamente ). Cuy y col. ( 1974 ), informaron tambien que las vacas cebu ciclaban con mayor frecuencia en la época de lluvias. Rakhe e Igboeli ( 1971 ) en Zambia, país localizado en el Hemisferio Sur, no encontraron un efecto sobre la duracion del ciclo estral en vacas alimentadas en un plano normal de nutrición. Sin embargo en animales alimentados por debajo de sus requerimientos nutricionales, la longitud del ciclo estral si fue afectada por la estacion mostrando un incremento de la misma durante las épocas lluviosas y la fría comparadas con la seca. Adeyemo y col. ( 1979 ) en Nigeria, no encontraron un efecto estacional sobre el ciclo estral de vacas Fulani ( Bos indicus ).

En los estudios discutidos se aprecia una contradiccion respecto a la manera en que las estaciones afectan la duracion del ciclo estral de hembras bovinas. Según los diferentes autores citados, la longitud del ciclo estral de hembras Bos taurus en

condiciones de estrés térmico se incrementa, se reduce o no se altera. Algunas posibles causas que expliquen las diferencias entre estudios son: a ) el uso de vacas inseminadas en unos casos o de vacas y vaquillas sin inseminar en otros; b ) control inadecuado en el número de ciclo estral postparto y c ) las diferencias en la alimentación de los animales. Por otro lado se observa que mientras en Nigeria los ciclos estrales de las vacas cebu son afectados durante la época de sequía, en Zambia son afectados en la época de lluvias. Es importante señalar que en Nigeria se encuentra en el Hemisferio Norte y Zambia en el Hemisferio Sur, por lo que quizá es necesario considerar la latitud donde se lleva a cabo un estudio relacionado con la estacionalidad.

##### 5 ) INFLUENCIA ESTACIONAL Y DE FACTORES CLIMATICOS SOBRE LA FUNCION DEL CUERPO LUTEO.

En bovinos, el desarrollo y mantenimiento del cuerpo lúteo dependen fundamentalmente de la hormona luteinizante ( LH ) que es el principal agente luteotrópico en esta especie ( Hansel y Convey , 1983 ). Por otro lado, las concentraciones séricas de progesterona indican con alta precisión el nivel funcional del cuerpo lúteo ( Shemesh y col., 1971 ). Por lo anterior, esta parte de la revisión será enfocada hacia los efectos estacionales sobre las concentraciones de LH y progesterona.

Baszdauskas y col. ( 1973 ) y Vaught ( 1976 ) trabajando con vacas Bos taurus en la Florida y Arizona respectivamente, encontraron concentraciones elevadas de progesterona durante el verano en relación con el invierno. Wolf y col. ( 1977 )

asociaron la baja fertilidad observada en vacas lecheras durante la época calida con hipotermia y valores elevados de progesterona. Por el contrario, otros investigadores no han encontrado un efecto de la estación calida sobre la progesterona sérica de vacas lecheras ( Lee y col. 1971; Miller y Alliston, 1974 ). Rosenberg y col. ( 1977 ) hallaron que la progesterona circulante de vacas lactantes Israeli-Friesian se reducía durante el verano con relación al invierno. De la misma manera Stott y Wiersma ( 1973 ) colectando muestras de sangre a intervalos mensuales, también observaron una reducción de la progesterona circulante de hembras Bos taurus durante el verano. En estudios realizados en cámaras climáticas se informó que vacas europeas expuestas a una temperatura de 45 C y a un 50 % de humedad relativa sufrieron un incremento en los niveles plasmáticos de progesterona ( Wiersma y Stott, 1969; Abilay y col. 1973 ). En investigaciones con ganado Bos indicus y sus cruces en Cuba, Castellanos ( 1984 ) y Fernández Limia ( 1984 ) observaron un incremento en los niveles de progesterona durante la época de lluvias ( verano ) comparada con la de sequía ( invierno ). Por el contrario Hernández y col. ( 1984 ) en Veracruz, no encontraron un efecto estacional sobre la progesterona plasmática en vacas lactantes de la raza Indobrasil.

Rhodes III y col. ( 1982 ) estudiando vacas Brahman, determinaron in vitro que la secreción de la progesterona fue mayor en células luteas colectadas en verano que en células luteas obtenidas durante el invierno.

Con respecto a los niveles de hormona luteinizante Madan y

Johnson ( 1973 ), comunicaron que en vacas Bos taurus expuestas a altas temperaturas, hubo una reducción en la concentración de LH así como de la oleada preovulatoria de LH. Sin embargo Riepkowski y col. ( 1965 ) determinaron que ni la estación, ni el fotoperiodo ejercieron un efecto sobre la amplitud, el patron o el tiempo en el cual ocurre la oleada preovulatoria de LH en vaquillas Holstein. En estudios con hembras Bos indicus se observo un incremento en los niveles de LH durante el invierno ( Harrison, 1982 ), durante la primavera ( Randel, 1984 ) y durante el verano ( Fernández Limas, 1976 ) al compararlas en en cada uno de los estudios con las otras estaciones. Además Fernández y col. ( 1984 ) encontraron que las estaciones ejercen un efecto sobre el tiempo transcurrido del inicio del estro al pico preovulatorio siendo mas prolongado en el invierno. Por otra parte en Veracruz Hernández y col. ( 1980 ), comparando la época fría ( enero-marzo ) contra la caliente ( agosto-octubre ), no observaron diferencias significativas tanto en las concentraciones preovulatorias de LH como en el intervalo entre el inicio del estro y la magnitud del pico preovulatorio de LH de vacas lactantes de la raza Indobrasil.

En trabajos realizados con animales ovariectomizados de razas europeas se han encontrado diferencias en los niveles de hormona luteinizante asociados a cambios del fotoperiodo ( Block y col., 1985; Critzer y col., 1967 ). No se ha estudiado el efecto de estación sobre hembras Bos indicus ovariectomizadas.

De acuerdo a la revisión anterior, los autores disienten en cuanto a si las estaciones influyen incrementando, reduciendo

o si no afectan las concentraciones plasmáticas de progesterona tanto en hembras Bos taurus como Bos indicus. Hay que señalar que en unos trabajos se utilizaron animales lactantes y en otros no. Además algunos autores colectaron muestras durante el día de inseminación mientras que otros lo hicieron en diferentes fases del ciclo y en animales sin inseminar. Se ha reportado una variación considerable en la concentración de progesterona durante el periodo posparto (Donaldson y col., 1970; Pope y col., 1969); lo anterior quizá explique los diferentes resultados obtenidos respecto a la influencia estacional sobre las concentraciones séricas de progesterona de hembras bovinas. En lo que se refiere al apoyo luteotrópico a el cuerpo lúteo, hay desacuerdos en lo tocante a si las estaciones afectan o no la concentración media y las características de la oleada preovulatoria de LH. En este caso tampoco se controló el estado reproductivo de los animales. Además la metodología relacionada con la detección de estros así como la colección de muestras vario entre los diferentes experimentos. Es por lo anterior, que probablemente se presenten resultados diferentes en los estudios mencionados.

#### SUMARIO

La revisión de literatura indica que las estaciones pueden influir en la eficiencia reproductiva, el ciclo estral, el estro y la función lútea de las especies Bos taurus y Bos indicus. Sin embargo se aprecian una serie de discrepancias en

relación a los efectos que la estacionalidad ejerce en cada una de las funciones reproductivas discutidas. Por ejemplo, la fertilidad del ganado cebuino no es afectada de manera consistente por las mismas estaciones en las diferentes localidades geográficas estudiadas. Asimismo, no hay un acuerdo respecto a cual o cuales factores climáticos afectan la reproducción de las hembras cebu, aun en regiones con características similares. La respuesta del ciclo estral a las estaciones varía habiendo ciclos largos, normales o cortos en hembras Bos taurus y largos o normales en Bos indicus, según las diferentes fuentes citadas. De la misma manera, los autores disienten en cuanto a si las estaciones afectan o no la duración y presentación de estros tanto en razas europeas como indias. Además, la duración del estro de vacas cebu es afectada por estaciones diferentes, según la localidad geográfica en estudio. Por otro lado, los estudios de la función lutea indican que no hay consistencia a si la época cálida incrementa, reduce o no afecta las concentraciones séricas de progesterona tanto en hembras Bos taurus como Bos indicus. Por último, en hembras cebu se disiente en relación a si las estaciones afectan o no la concentración sérica así como la oleada pre-ovulatoria de LH. Las posibles causas de las discrepancias entre los diferentes trabajos discutidos son: 1) los estudios se realizaron en regiones ubicadas en diferentes latitudes; 2) en algunos estudios no se ejerció ningún control sobre aspectos relacionados con la disponibilidad de forrajes y sistemas de alimentación; 3) se usaron animales diferentes en cada estación; 4) hubo

diferencias en el manejo de la lactación entre los diferentes estudios: 5) no se consideró el número de ciclo estral posparto y 7) la paridad de las vacas al momento del experimento; 6) el estado reproductivo de los animales varió dentro y entre trabajos; 7) en algunos estudios los animales fueron inseminados y en otros no; 8) la metodología de detección del estró y colección de muestras sanguíneas varió entre los diferentes estudios.

Para reducir el número de factores confundidos y poder estudiar los efectos estacionales en los eventos reproductivos relacionados con la fertilidad se propone: 1 ) emplear nembras cebú no lactantes, sin gestar y sin inseminar natural o artificialmente; 2 ) examinar los efectos estacionales en una región donde en forma consistente se ha determinado que la fertilidad del ganado cebu es reducida durante el otoño e invierno; 3 ) evitar pérdidas de peso de los animales y 4 ) estudiar los mismos animales a través de las estaciones del año.



## HIPOTESIS

La hipótesis del presente estudio es que la baja fertilidad del ganado cebu observada en el otoño y el invierno, es influenciada por efectos estacionales mediados por una disminución en la duración e incidencia del estro, modificaciones del ciclo estral y/o alteraciones en la función del cuerpo lúteo.

## OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1 ) Determinar el efecto estacional sobre la incidencia del estro y la duración del ciclo estral y del estro en vacas y vaquillas cebu mantenidas en clima tropical.
- 2 ) Examinar la función lútea durante las épocas de mayor y menor fertilidad en vacas y vaquillas cebu mantenidas en el trópico.

## MATERIAL Y METODOS

### Generales

Los experimentos se llevaron a cabo en el campo Experimental "Playa Vicente", cuyo clima es tropical Amg (García, 1973). La temperatura media anual es de 26 C y la precipitación promedio anual es de 2000 mm. El campo experimental se encuentra localizado a 17 19' Latitud Norte y 105 55' Longitud Oeste, con una altura sobre el nivel del mar de 95 metros.

Se utilizaron vaquillas ( ciclando, nuligravidas y de aproximadamente 24 meses de edad ) y vacas "hornas" ( de un parto, no gestantas, sin cria y con un mínimo de 3 meses postparto de la raza Indobrasil. Todos los animales se manejaron en condiciones similares de pastoreo rotacional y tuvieron libre acceso a una mezcla comercial de sales minerales y agua. Además se les proporcionó en forma estratégica, un concentrado con un 12 % de proteína cruda y 2.99 Mcal/kg de energía metabolizable, con el fin de eliminar los efectos confundidos en la respuesta, debidos a pérdidas de peso. Para verificar lo anterior, los animales fueron pesados al inicio de cada experimento y posteriormente cada 25 días. Se tomaron lecturas diarias de temperatura ambiental, precipitación pluvial, humedad relativa, radiación solar y velocidad del viento en la estación meteorológica ubicada en el campo experimental. El fotoperíodo ( horas de iluminación /día ) para 17 19' Latitud Norte fueron calculados en el Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México.

EXPERIMENTO I. Para llevar a cabo el primer objetivo se utilizaron once vaquillas y doce vacas. Para determinar la duración del ciclo estral y la incidencia de estros a través del año, todos los animales fueron observados durante dos periodos de una hora cada uno ( 0700 a 0900 y 1700 a 1800 h ). Siete días después de observado el estro se palparon los ovarios por vía rectal para determinar la presencia de un cuerpo luteo, como indicador de la ocurrencia de una ovulación. Con el fin de determinar la duración del estro, durante un intervalo de 12 días seleccionado a la mitad de cada una de las estaciones del año, se observaron los animales una de cada tres horas para la detección del estro. El criterio de estro fue cuando el animal aceptó la monta homosexual.

Las variables de respuesta fueron :

Duración del estro. Para determinarla, se definieron el inicio y el fin del estro de la manera siguiente : el inicio del estro fue la primera monta homosexual aceptada mientras que el final del mismo fue la última monta aceptada, seguida por lo menos, por cuatro periodos de observación sin aceptación de la monta homosexual.

Incidencia de estros. Fue el número de estros por animal durante cada una de las estaciones del año.

Duración del ciclo estral. Tiempo transcurrido entre dos inicios de estro consecutivos.

Para lograr el objetivo se usó un diseño completamente azar en arreglo factorial anidado.

El modelo estadístico al cual se atribuyó el total de la variación fue:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + A(i)_j + (ij) + E_k + TE_{ik} + AE(i)_{jk}$$

Donde :

$Y_{ijk}$  : Es la duración del ciclo estral o del estro o el número de estros en el  $i$ -ésimo tratamiento del  $j$ -ésimo animal en la  $k$ -ésima época del año.

$\mu$  : Es la media teórica de la población.

$T_i$  : Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento ( vaca o vaquilla ).

$A(i)_j$  : Efecto del  $j$ -ésimo animal dentro del  $i$ -ésimo tratamiento.

$(ij)$  : Error de restricción.

$E_k$  : Efecto de la  $k$ -ésima estación ( primavera, verano, otoño invierno ).

$TE_{ik}$  : Efecto de la interacción del  $i$ -ésimo tratamiento con la  $k$ -ésima estación.

$AE(i)_{jk}$  : Efecto de la interacción de  $j$ -ésimo animal con la  $k$ -ésima estación del  $i$ -ésimo tratamiento. Error aleatorio con distribución NID ( 0, 2 )

Para el análisis estadístico se empleó el programa SAS en su procedimiento GLM. Los contrastes entre medias de las variables de respuesta se realizaron por la prueba de Scheffe (Scheffe, 1963). Para determinar la asociación entre los factores ambiental y las variables dependientes, se empleó un modelo de regresión lineal ( Draper y Smith, 1966 ). En el

modelo se estudiaron las asociaciones individuales de las variables independientes y sus posibles interacciones. Además se examinaron los coeficientes de correlación entre los factores climáticos y las variables dependientes.

EXPERIMENTO II. Para lograr el segundo objetivo, se utilizó la concentración de progesterona como indicador de función lútea así como para confirmar la ocurrencia de estró y si fue seguido o no de ovulación. Además se midió la concentración de progesterona presente durante el estró. Se utilizaron nueve vacas y cinco vaquillas. El estudio se realizó durante los meses de mayo y junio (primavera) y los de diciembre y enero (invierno). La selección de las épocas de estudio hizo con base en estudios previos, en los cuales se ha observado una mayor fertilidad del ganado cebu durante mayo y junio y una menor fertilidad durante diciembre y enero (Castillo y col. 1983). Para facilitar la detección de estrós y la colección de muestras sanguíneas los animales fueron inyectados por vía intramuscular con 25 mg. de prostaglandina F2 alpha (Lutalyse, Tuco). A partir de la inyección de la prostaglandina los animales fueron observados durante dos periodos diarios de una hora (0700 a 0800 y 1700 a 1800 h.) para detección de estrós. Del día 15 postestro sincronizado (día 0 = inicio del estró) en adelante los animales se observaron 1 de cada 3 h con la ayuda de un toro con pene desviado. Lo anterior con el fin de detectar aquellos estrós menores de cuatro horas, observados en hembras cebú previamente (

Anderson, 1944 ). Entre los días 13 y 15 del estro sincronizado y del día 18 hasta el estro siguiente, se tomaron muestras de sangre por punción de las venas coccigeas o yugulares ( 0800 y 1800 h ). Las muestras sanguíneas se depositaron en tubos "vacutainer" heparinizados con el fin de obtener el plasma y determinar en él la concentración de progesterona por radioinmunoanálisis. ( Jimenez y col., 1985 ). Los coeficientes de variación inter e intraensayo para el control de calidad en 8 ensayos consecutivos ( con una concentración promedio de 3.2 ng/ml  $\pm$  .44 ). fueron 14.12 % y 9.69 % respectivamente. La sensibilidad de la curva estándar fue de 12.5 pg/tubo ( 95 % de confiabilidad )

Las variables de respuesta fueron :

Concentración de progesterona durante la fase lútea.

Concentración promedio a partir de las muestras de plasma obtenidas durante el diestro tardío ( días 13 a 15 poestro ).

Concentración de progesterona durante el estro. Concentración

promedio a partir de las muestras tomadas el día del estro no sincronizado.

Para lograr el objetivo se usó un diseño completamente al azar en arreglo factorial anidado. El modelo estadístico fue :

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + A(1)j + (ij) + E_k + TE_{ik} + AE(1)jk$$

Donde:

$Y_{ijk}$  : Es la concentración de progesterona durante el diestro medio o durante el estro en el  $i$ -ésimo tratamiento del  $j$ -ésimo animal en la  $k$ -ésima época del año.

$\mu$  : Es la media teórica de la población.

$T_i$  : Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento ( vaca o vaquilla ).

$A(i)j$  : Efecto del  $j$ -ésimo animal dentro del  $i$ -ésimo tratamiento.

$\epsilon$  : Error de restricción.

$E_k$  : Efecto de la  $k$ -ésima estación ( primavera o invierno ).

$TE_{ik}$  : Efecto de la interacción del  $i$ -ésimo tratamiento con la  $k$ -ésima época del año.

$AE(i)jk$  : Error aleatorio con distribución NID ( 0 ,  $\sigma^2$  )

Debido a que se redujo la disponibilidad de animales con las características requeridas, únicamente se muestrearon 5 vaquillas y 3 vacas durante las dos estaciones. Para incrementar el número de observaciones se añadieron 3 vacas en cada una de las estaciones estudiadas. Para examinar lo anterior, se realizó un diseño completamente al azar en un arreglo factorial (  $2 \times 2$  ) bajo el siguiente modelo de efectos fijos:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + E_j + TE_{ij} + E_k + AE(i)jk$$

Donde :

$Y_{ijk}$  : es la concentración de progesterona durante el diestro medio o durante el estro en  $i$ -ésimo tratamiento durante la  $k$ -ésima época.

$\mu$  : Es la media teórica de la población.

$T_i$  : Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento (vaca o vaquilla).

$E_j$  : Efecto de la  $j$ -ésima estación (primavera o invierno).

$TE_{ij}$  : Efecto de la interacción del  $i$ -ésimo tratamiento con la  $j$ -ésima estación.

$E(ij)K$  : Error aleatorio con distribución NID ( 0, 2 ).



## RESULTADOS

### Experimento I.-

En ninguna de las estaciones se observo perdida de peso ni en vacas ni en vaquillas con una ganancia diaria de peso promedio de 290 y 213 gramos respectivamente, por lo que fue posible estudiar los efectos estacionales. El analisis de varianza ( cuadro 1 ) indica que el estado fisiologico de las hembras cebó ( vaca o vaquilla ) no influyo ninguna de las variables estudiadas (  $P > 0.05$  ). La estacion por su parte, afecto (  $P < 0.01$  ) la incidencia y duracion de estros. Asimismo la estacion redujo (  $P < 0.05$  ) la duracion del ciclo estral. Además se detectaron interacciones entre el estado fisiologico y las estaciones que modificaron (  $P < 0.05$  ) la incidencia y la duracion del estro.

Examinando en detalle las anteriores asociaciones, es claro observar que durante el invierno, tanto vacas como vaquillas presentaron un menor número de estros (  $P < 0.01$  ) con respecto a las otras estaciones ( cuadro 2 ). Sin embargo, aparentemente gran parte de esta reduccion en la presentacion de estros se debio a una interaccion entre el estado fisiologico "vaquilla" y el invierno (  $P < 0.05$  ). En contraste con lo anterior el estro ( cuadro 3 ) fue mas corto (  $P < 0.01$  ) en verano y otoño con relacion a la primavera y el invierno. No obstante, en este caso, las vaquillas fueron mas afectadas (  $P < 0.06$  ) durante el otoño, mientras que las vacas, al menos numericamente, fueron las que evidenciaron mayores efectos debido

a las condiciones ambientales prevalentes durante el verano.

La duración del ciclo estral difirió ( $P < 0.05$ ) cuando se contrastaron verano y otoño, siendo más corto en esta última estación tanto para vacas como para vaquillas (cuadro 4).

Los coeficientes de correlación entre los factores climáticos y las variables de respuesta resultaron bajos en general. Sin embargo se observaron algunas asociaciones significativas (Cuadros 5, 6 y 7).

Los coeficientes de correlación entre la incidencia de estros y los factores climáticos (cuadro 5), indican una asociación positiva entre dicha variable reproductiva y la temperatura ambiente (media, máxima y mínima), la insolación y el fotoperiodo en vacas y vaquillas en conjunto. Es evidente que la incidencia de estros en las vaquillas tuvieron una mayor asociación con las variables relacionadas con el sol a diferencia de las vacas (ver figuras 1, 2 y 3).

La velocidad del viento (cuadro 6) se asoció positivamente con la duración del estro de las vacas y vaquillas (ver figura 4). En contraste la humedad relativa y la precipitación pluvial se asociaron negativamente con la longitud del estro de vacas y vaquillas (ver figuras 5 y 6). Por último no se observó ninguna correlación significativa entre las variables climáticas y la duración del ciclo estral (cuadro 7).

## EXPERIMENTO 11

De manera similar al Experimento I, se observaron ganancias de peso en las vacas y las vaquillas a través de las cuatro estaciones del año (ganancia de peso promedio = 220 y 240 gramos

para vacas y vaquillas, respectivamente ).

El análisis de variancia (cuadro 8) no indicó efecto alguno de la estación y el estado fisiológico ( $F > 0.05$ ) sobre la concentración plasmática de progesterona presente durante la fase lútea y durante el estro. Cuando se examinó la inclusión de animales diferentes en cada una de las estaciones de estudio, tampoco se detectaron efectos de la estación o del tratamiento sobre la concentración de progesterona del diestro o del estro por lo cual no se presentan dichos resultados. En la parte restante del escrito únicamente se hará referencia a los resultados derivados del análisis que aparece en los cuadros 8 y 9.

Todas las vacas presentaron estro tanto en la primavera como en el invierno. Sin embargo solo el 60 % de las vaquillas ( 3 de 5 ), mostraron estro durante el invierno en comparación con el 100 % en la primavera. Mediante la medición de la concentración plasmática de progesterona, se verificó que las vaquillas que no manifestaron signos de estro ovularon normalmente. De tal manera, el 100 % de los animales, independientemente del estado fisiológico, ovuló en las dos estaciones estudiadas.

CUADRO 1. CUADRADOS MEDIOS PARA EL ESTRO Y CICLO ESTRAL EN VACAS Y VAQUILLAS CEBU (ESTADO FISIOLÓGICO) POR ESTACION.

VARIABLES DE RESPUESTA	ESTADO FISIOLÓGICO		ANIMAL	ESTACION	INTERACCION	ERROR
	q.1.	1	21	3	3	
INCIDENCIA DE ESTROS		1.47	0.51	4.78**	1.94*	0.48(63)a
DURACION DEL ESTRO		2.24	16.25	179.89**	47.90*	20.47(65)
DURACION DEL CICLO ESTRAL		8.42	8.24	14.84*	3.62	4.66(362)

a. Grados de libertad para el error.

\* (P<0.05)

\*\* (P<0.01)

CUADRO 2. NUMERO DE ESTADOS OBSERVADOS POR ESTACION EN VACAS Y VAQUILLAS DEBU MANTENIDAS EN CLIMA TROPICAL.

ESTADO FISIOLOGICO	E S T A C I O N				PROMEDIO
	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	
VAQUILLAS	4.82±.21	4.27±.21	4.36±.21	3.09±.11a	4.14±.1
VACAS	4.55±.19	4.5±.20	4.29±.21	4.17±.20b	4.39±.1
PROMEDIO	4.7±.14c	4.39±.15c	4.33±.15c	3.63±.15d	4.27±.1

a,b. Distintas literales en columna son estadísticamente diferentes (P<0.05).

c,d. Distintas literales en renglón son estadísticamente diferentes (P<0.001).

CUADRO 3. DURACION DEL ESTRO (HORAS) EN VACAS Y VAQUILLAS CEBU MANTENIDAS EN CLIMA TROPICAL.

ESTADO FISIOLÓGICO	ESTACION				PROMEDIO
	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	
VAQUILLAS	14.4±1.4	11.9±1.2	6.6±1.8a	16.1±1.4	12.2±.7
VACAS	14.1±1.3	8.9±1.3	10.2±1.4b	13.8±1.2	11.9±.7
PROMEDIO	14.7±.9c	10.4±0.9d	8.7±1.1d	14.9±0.9c	12.1±.7

a,b. Distintas literales en columna son estadísticamente diferentes (P<0.05).

c,d. Distintas literales en renglón son estadísticamente diferentes (P<0.001).

CUADRO 4. DURACION DEL CICLO ESTRAL (DIAS) EN VACAS Y VAQUILLAS CEBU MANTENIDAS EN CLIMA TROPICAL

ESTADO	E S T A C I O N				
	PRIMAVERA	VERANO	OTONO	INVIERNO	PROMEDIO
VAQUILLAS	20.3±.3	20.6±.3	19.5±.3	20.2±.4	20.2±.2
VACAS	20.2±.3	21.1±.3	20.3±.3	20.4±.3	20.5±.2
PROMEDIO	20.3±.2ab	20.9±.3a	19.8±.2b	20.3±.2ab	20.4±.2

a,b. Distintas literales en renglón son estadísticamente diferentes (P<0.05)

CUADRO 5. COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE LOS FACTORES CLIMATICOS QUE DETERMINAN LAS ESTACIONES DEL AÑO Y LA INCIDENCIA DE ESTRÉS EN VACAS Y VAQUILLAS CERU.

	VACAS	VAQUILLAS	VACAS Y VAQUILLAS
TEMPERATURA AMBIENTAL (°C)			
MEDIA	0.37 (0.06) a	0.61 (0.001)	0.44 (0.001)
MAXIMA	0.28 (0.05)	0.62 (0.001)	0.42 (0.001)
MINIMA	0.26 (0.07)	0.58 (0.001)	0.43 (0.001)
HUMEDAD RELATIVA (%)	-0.13 (0.36)	-0.22 (0.14)	-0.16 (0.09)
INSOLACION (h sol)	0.27 (0.06)	0.46 (0.002)	0.37 (0.003)
VELOCIDAD DEL VIENTO (m/seg)	0.15 (0.28)	0.05 (0.75)	0.10 (0.36)
PRECIPITACION FLUVIAL (mm)	0.12 (0.40)	0.29 (0.06)	0.21 (0.10)
FOTOPERIODO (h luz/día)	0.26 (0.07)	0.43 (0.003)	0.35 (0.006)

a. En parentesis, nivel de significancia ( P = )



CUADRO 6. COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE LOS FACTORES CLIMATICOS QUE DETERMINAN LAS ESTACIONES DEL AÑO Y LA DURACION DEL ESTRO EN VACAS Y VAQUILLAS CERU.

	VACAS	VAQUILLAS	VACAS Y VAQUILLAS
TEMPERATURA AMBIENTAL (C)			
MEDIA	-0.09(0.54)	-0.17(0.25)	-0.12(0.12)
MAXIMA	-0.16(0.52)	-0.04(0.78)	-0.02(0.83)
MINIMA	-0.11(0.47)	-0.21(0.14)	-0.15(0.14)
HUMEDAD RELATIVA (%)	-0.27(0.07)	-0.40(0.004)	-0.33(0.001)
INSOLACION (h sol)	0.18(0.23)	0.09(0.54)	0.14(0.17)
VELOCIDAD DEL VIENTO (m/seg)	0.48(0.001)	0.35(0.01)	0.41(0.001)
FRECIPIITACION PLUVIAL (mm)	-0.22(0.14)	-0.42(0.002)	-0.31(0.002)
LUZ (h luz/dia)	0.02(0.59)	-0.10(0.48)	-0.001(0.99)

a. En parentesis, nivel de significancia ( P = ).

CUADRO 7. COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE LOS FACTORES CLIMATICOS QUE DETERMINAN LAS ESTACIONES DEL AÑO Y LA DURACION DEL CICLO ESTRAL EN VACAS Y VAQUILLAS CEBU.

	VACAS	VAQUILLAS	VACAS Y VAQUILLAS
TEMPERATURA AMBIENTAL (C)			
MEDIA	0.03 (0.84)	0.00 (0.96)	0.02 (0.73) a
MAXIMA	0.01 (0.87)	0.01 (0.86)	0.01 (0.85)
MINIMA	0.03 (0.49)	0.00 (0.95)	0.03 (0.59)
HUMEDAD RELATIVA (%)	0.05 (0.47)	-0.01 (0.91)	0.02 (0.66)
INSOLACION (h sol)	-0.00 (0.96)	0.07 (0.33)	0.03 (0.58)
VELOCIDAD DEL VIENTO (m/seg.)	-0.05 (0.50)	0.09 (0.25)	0.01 (0.82)
FRECIPITACION PLUVIAL (mm)	0.10 (0.14)	0.08 (0.46)	0.08 (0.12)
FOTOPERIODO (h luz/dia)	0.02 (0.74)	0.09 (0.25)	0.05 (0.35)

a. En parentesis, nivel de significancia ( P = )

CUADRO 8. CUADRADOS MEDIOS PARA LA CONCENTRACION DE PROGESTERONA EN VACAS Y VAQUILLAS CEBU (ESTADO FISIOLÓGICO) POR ESTACION.

VARIABLES DE RESPUESTA	ESTADO FISIOLÓGICO	ANIMAL	ESTACION	INTERACCION	ERROR
	g.l	1	21	3	3
DIESTRO	0.01	0.38	0.18	0.08	0.74(10)a
ESTRO	0.001	0.03	0.001	0.01	0.02(10)

a. En paréntesis, grados de libertad.

No hay diferencias estadísticas ( $F > 0.05$ ).

CUADRO 9. CONCENTRACION DE PROGESTERONA EN VACAS Y VAQUILLAS CEBU DURANTE EL ESTRO Y EL DIESTRO.

ESTADO FISIOLÓGICO			
ESTACION	VACAS	VAQUILLAS	PROMEDIO
ESTRO			
PRIMAVERA	0.3±0.2	0.2±0.1	0.2±0.1
INVIERNO	0.3±0.2	0.1±0.1	0.2±0.1
PROMEDIO	0.2±0.2	0.2±0.1	0.2±0.1
DIESTRO			
PRIMAVERA	3.6±1.2	4.2±0.5	3.9±0.8
INVIERNO	3.7±1.2	4.5±0.5	4.1±0.8
PROMEDIO	3.7±1.1	4.6±0.4	4.1±0.8

(P>0.05)

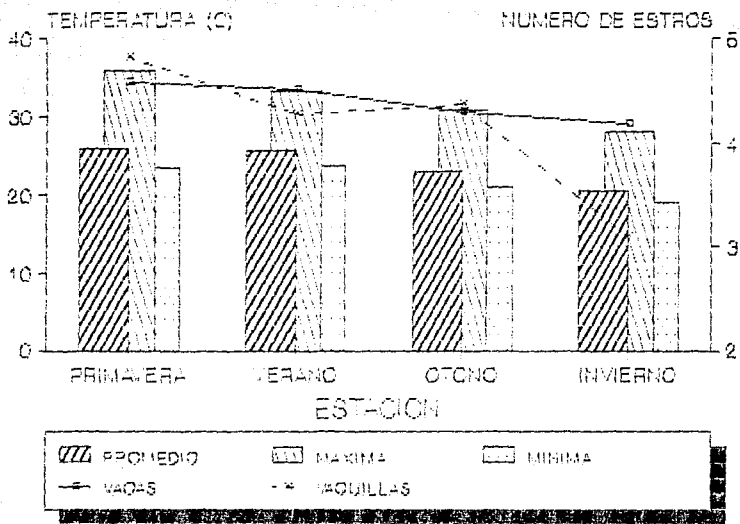


FIGURA 1. INCIDENCIA DE ESTROS DE HEMBRAS CEBU Y SU RELACION CON LA TEMPERATURA AMBIENTAL (MEDIA, MAXIMA Y MINIMA) DURANTE LAS DIFERENTES ESTACIONES DEL AÑO (PARA CORRELACIONES VER CUADRO 51).

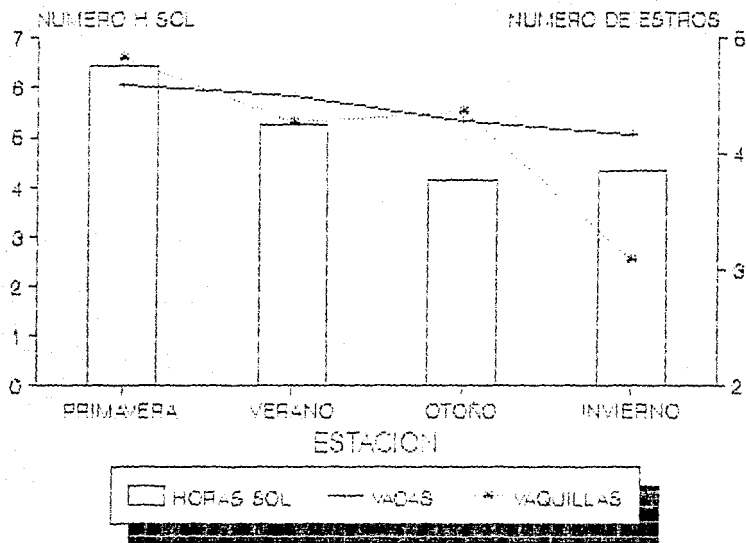


FIGURA 2. INCIDENCIA DE ESTROS DE HEMBRAS CERVA Y SU RELACION CON LA INSOLACION DURANTE LAS DIFERENTES ESTACIONES DEL AÑO (PARA CORRELACIONES VER CUADRO 5).

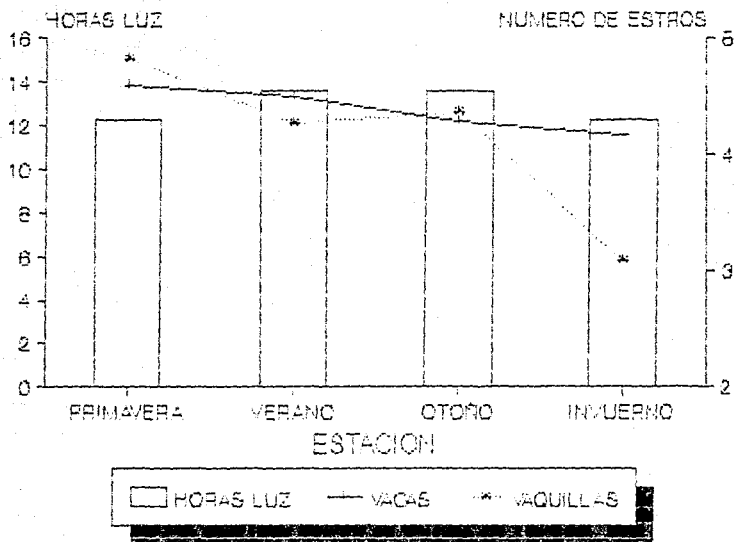


FIGURA 3. INCIDENCIA DE ESTROS DE HEMBRAS CEBU Y SU RELACION CON EL FOTOPERIODO DURANTE LAS DIFERENTES ESTACIONES DEL AÑO (PARA CORRELACIONES VER CUADRO 5).

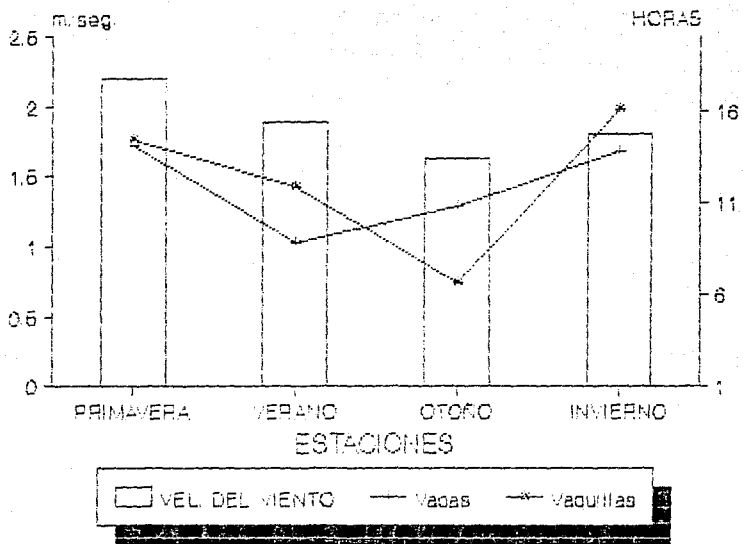


FIGURA 4. DURACION DEL ESTRO EN HEMBRAS DEBU Y SU RELACION CON LA VELOCIDAD DEL VIENTO DURANTE LAS DIFERENTES ESTACIONES DEL AÑO (PARA CORRELACIONES VER CUADRO 6).



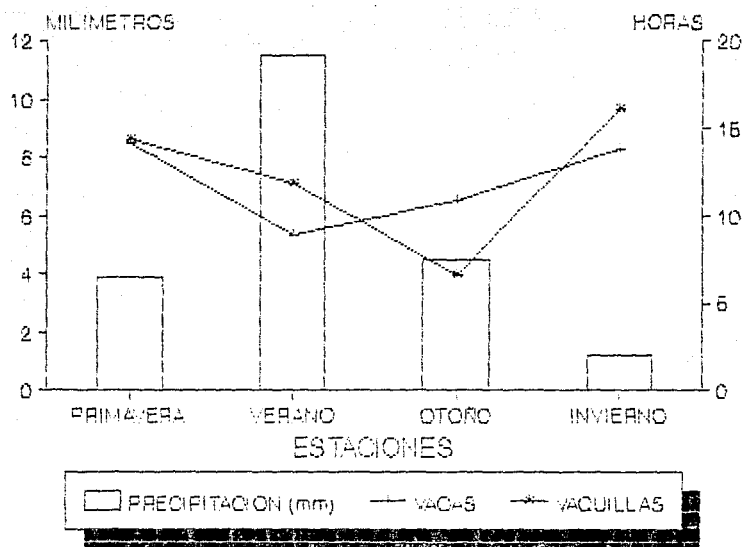


FIGURA 5. DURACION DEL ESTRO DE HEMBRAS DEBU Y SU RELACION CON LA PRECIPITACION FLUVIAL DURANTE LAS DIFERENTES ESTACIONES DEL AÑO (PARA CORRELACIONES VER CUADRO 67).

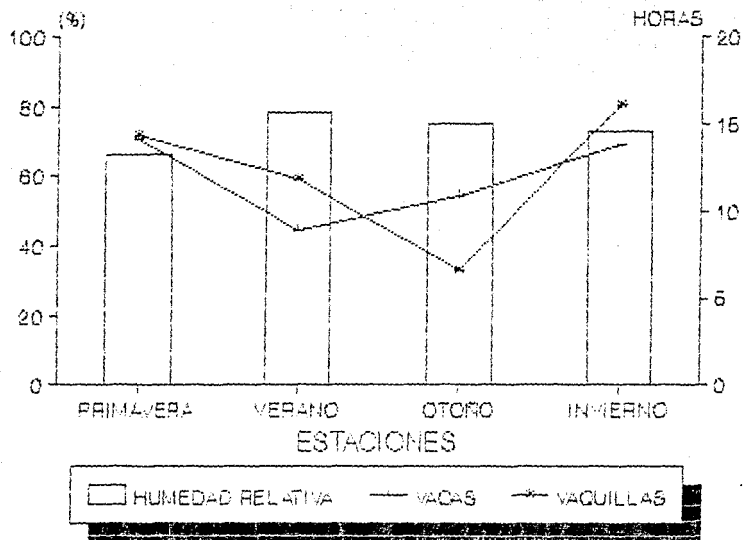


FIGURA 6. DURACION DEL ESTRO DE HEMBRAS CEBU Y SU RELACION CON LA HUMEDAD RELATIVA DURANTE LAS DIFERENTES ESTACIONES DEL AÑO (PARA CORRELACIONES VER CUADRO 6).

## DISCUSION

En los trabajos realizados anteriormente para estudiar la estacionalidad del ganado cebu existe controversia en los resultados obtenidos ( ver revision de literatura ). Las razones de tales disentimientos pueden deberse a un inadecuado control sobre la nutrición, el manejo y/o la condición fisiológica de los animales. En el presente estudio se logró evitar la influencia de pérdidas de peso y los efectos confundidos debidos a lactación, amamantamiento y cambios reproductivos posparto. Por lo tanto se pudieron examinar los efectos estacionales en ausencia de otros factores cuyos influencias pudieran estar confundidas.

Incidencia de estros. En el presente trabajo se observó una reducción en la incidencia de estros durante el invierno con relación a las otras estaciones. Sin embargo el efecto del invierno fue ejercido en forma mas severa sobre las vaquillas. Esta observación puede explicar las discrepancias entre grupos de investigadores, en los cuales, por un lado han detectado efectos adversos de la estación invernal sobre hembras cebu ( Plasse y col., 1970 ), mientras que en los otros no han sido detectados ( Rakna y col., 1971 ). Efectivamente, revisando dichos estudios, se observa que los autores que apoyan el concepto de que la estacionalidad altera la expresión del estro, usen vaquillas; mientras que los investigadores que apoyan lo contrario, emplearon vacas como modelo experimental. De los resultados obtenidos en el presente estudio surgen dos interrogantes:

1. ¿ Cómo actúan los factores estacionales sobre la variación en

la conducta estral y en forma que las vaquillas son más sensibles al invierno que las vacas. Referente a la primera cuestión, se sugiere que los factores que integran la estación invernal pueden actuar en forma directa o indirecta sobre la manifestación del estro. Indirectamente podrían reducir la disponibilidad o la calidad de los alimentos, causando pérdidas de peso y por lo tanto disminuir las posibilidades de expresión del estro. Sin embargo, en vista de los resultados del presente estudio, esto es poco probable, ya que tanto las vacas como las vaquillas ganaron peso durante todas las estaciones. Además, existe información que indica que aun perdiendo peso, vaquillas Holstein sometidas a restricciones nutricionales severas durante cuatro ciclos estrales, manifestaron el estro en forma normal (Villa-Godoy y col., 1987). En forma directa, las condiciones climáticas invernales podrían incidir sobre algunos mecanismos neuroendocrinos, aún no estudiados, y modificar así la conducta estral de las hembras cabras. En cuanto a la segunda interrogante se puede pensar debido a que las vaquillas aun se encuentran en un periodo de desarrollo, no sean capaces de mantener su ciclicidad sexual. Sin embargo al inicio del experimento las vaquillas tuvieron en promedio una edad de 24 meses y un peso promedio de 180 Kg., condiciones en las cuales la vaquilla cabra es apta para mantener su ciclicidad sexual (Levine y col., 1980; Mahadevan y col., 1972; Flasse y col., 1966). Además es importante destacar que en el Experimento II, un 40 % de las vaquillas estudiadas en el invierno no manifestó signos de estro a diferencia de la primavera en la cual el 100 % de las vaquillas presentó el estro. Es notorio que a pesar de que las

las vaquillas ganaron peso a través del año en los dos experimentos, la reducción en la incidencia de estros coincidió en la estación invernal. Entonces pareciera ser que el efecto invernal severo sobre la presentación de estros de las vaquillas, sea mediado de manera directa por el ambiente como se discutió anteriormente. En estudios realizados con ratas se ha encontrado que mientras el fotoperiodo no afecta la ciclicidad estral, el tamaño testicular ó la espermatogénesis de animales adultos, el inicio de la apertura vaginal y el peso testicular en animales prepuberes si es alterado por la longitud del día ( Johnston y Zucker, 1979 ). Asimismo, diferencias entre animales adultos y juvenes en la respuesta de ciertos eventos reproductivos al fotoperiodo, también han sido encontradas en el cerdo y el conejo ( Berger y col., 1980; Kamwanja y col., 1963 ). Lo anterior también concierne a los bovinos, ya que se ha observado que vaquillas Holstein expuestas a una mayor cantidad de horas luz al día, alcanzan la pubertad a una edad más temprana que aquellas expuestas a menos horas luz ( Fetters y col., 1976; Fetters y col., 1983 ). Los resultados del presente estudio mostrados en el cuadro 5, indican que hubo una mayor asociación entre el fotoperiodo, la temperatura y la insolación con la incidencia de estros en las vaquillas a diferencia de las vacas. Es posible entonces que las vaquillas sean más sensibles que las vacas a las variables relacionadas con el sol, las cuales quizás modifiquen el umbral requerido por los esteroides ováricos para actuar sobre ciertos sustratos neurales encargados de producir los síntomas típicos del estro. La

reducción de estros o la ausencia de signos manifestos de los mismos en los animales durante el invierno, pueden explicar al menos parcialmente la baja fertilidad observada durante la misma época en hatos de la región donde se realizó el presente estudio, en los cuales se utiliza exclusivamente la inseminación artificial. Sin embargo, como se podría explicar que una reducción de la incidencia de estros de hembras cebu durante el invierno, sea una de las posibles causas de la baja fertilidad observada durante la misma época en hatos de monta natural. Cabe mencionar que en el Experimento II se comprobó que las vaquillas que no mostraron signos de estro si ovularon. Durante este experimento se realizó la detección de estros 1 de cada 3 horas con ayuda de un toro con bene desviado. A pesar de la frecuencia de observación y de la presencia del toro, no se detectaron algunos estros en las vaquillas, lo que indica que los estros pueden ser silenciosos aun para el toro.

Como se discutio anteriormente, en el presente estudio se encontró que a mayor temperatura, insolación y fotoperiodo hubo una mejor presentación de estros; sin embargo fue imposible separar dichos efectos. En un estudio previo realizado con vacas cebu del estado de Nayarit, se registró una mayor proporción de vacas lactantes en estro a medida que se incrementaba el fotoperiodo y se reducía la precipitación pluvial (Lobato, 1986). Por otro lado Jecnie (1972), estudiando el efecto estacional sobre la fertilidad del ganado cebu de un hato comercial de la Huasteca Potosina, encontró una correlación altamente significativa entre la temperatura ambiental y la concepción. Por lo tanto los resultados obtenidos en el presente estudio en donde

no hubo efectos confundidos debidos a lactacion, alimentacion y estado reproductivo, indican que las variables climaticas relacionadas con el sol, parecen tener un efecto positivo sobre el estro del ganado cebu. Estos hallazgos patentizan que los factores climaticos afectan de manera directa la fisiologia reproductiva de las hembras cebu. Es pertinente recalcar que las tres variables relacionadas con el sol son colineales por lo que una de ellas o todas pueden ser los estímulos o señales que mantienen o inhiben la expresion del estro de hembras cebu.

Duracion del estro. En el presente estudio se observo un acortamiento del estro durante el verano y el otoño. Durante el verano el efecto se observo tanto en las vacas como en las vaquillas pero en el otoño este efecto fue evidente unicamente en las vaquillas. En estudios previos realizados sobre la variacion reproductiva anual del ganado cebu y sus cruces, se han detectado dos epocas de mayor fertilidad en el año, siendo la distribucion de tipo bimodal (Castillo y col., 1983; Donaldson, 1962; Stonacker y col., 1976). Castillo y col. (1983) detectaron que el primer pico en la frecuencia mensual de fecundaciones se presento durante los meses de abril y mayo (primavera), ocurriendo posteriormente una disminucion de dicha frecuencia en los meses de junio y julio los cuales corresponden a la primera mitad del verano. Por consiguiente, bajo condiciones de inseminacion artificial, un acortamiento de la actividad estral puede disminuir las posibilidades de detectar estros perdiendo así la oportunidad de inseminar animales. Por lo tanto, estros cortos podrian ser una de las posibles explicaciones a la a la

disminución en la frecuencia mensual de fecundaciones observada durante la primera mitad del verano por los autores antes citados. Con respecto a los hatos que utilizan la monta natural, es posible que el ambiente prevalente durante la primera mitad del verano afecte de alguna manera la fisiología reproductiva de los toros como sucede con las hembras. Se requiere determinar como afecta la estación a la fisiología reproductiva del toro cebú. Durante el otoño la reducción de la duración del estro se observó únicamente en las vaquillas. Fajardo y col. (1989) y Rivera y col. (1984) al comparar dos épocas de inseminación artificial en hembras cebú del campo experimental donde se realizó el presente estudio, observaron un menor porcentaje de concepciones durante el otoño en comparación con la primavera. Entonces una disminución en la duración del estro, puede ser una de las causas de la baja fertilidad observada durante el otoño en los estudios antes citados. Asimismo Jochle (1972), estudiando ganado cebú en un hato comercial en el cual se maneja la monta natural, observó que durante el mes de noviembre (mediados de otoño) hubo el menor número de concepciones en comparación con los otros meses del año. Por consiguiente, estros de corta duración a la mitad del verano en combinación con la presentación de celos silenciosos durante el invierno (discutido previamente), pueden contribuir a las bajas tasas de fecundación observadas durante dichas épocas.

Los coeficientes de correlación entre los factores climáticos estudiados y la duración del estro resultaron bajos en general, sin embargo hubieron algunas asociaciones significativas. Se observó una asociación negativa de la



precipitación pluvial y la humedad relativa con la duración del estro. Lo anterior indica que con una precipitación pluvial y humedad relativa altas disminuye la duración del estro, condiciones presentes en el verano y el otoño. Es factible que al haber una mayor precipitación pluvial el fango resultante del agua y la tierra, afecte de manera indirecta la manifestación del estro. En apoyo a lo anterior, estudios sobre actividad estral de vacas Bos taurus han mostrado que condiciones diferentes de suelo modifican la manifestación del estro de dichos animales (De Silva y col., 1981; Gwazdauskas y col., 1982). Otra posibilidad es que la precipitación abundante de agua per se incomode al animal, disminuyendo así la expresión del estro. Lo anterior fue observado al realizar el presente estudio. Con respecto a la humedad relativa y su relación negativa con la duración del estro, es posible que actúe en combinación con la precipitación pluvial o afecte individualmente la manifestación del estro como se ha observado en vacas lecheras (Bond y McDowell, 1972). Por otro lado hubo una asociación positiva de la velocidad del viento con la duración del estro (cuadro 6). Se ha señalado que en el ganado cebú el mecanismo de disipación de calor más importante es el de la sudación (Brody, 1956). En un estudio se observó que la velocidad del aire superior a 17 Km/h aumentó el doble la disipación del calor de animales cebú, sugiriendo que la marcada actividad de las glándulas sudoríparas del ganado cebú así como el pelaje corto presente en esta especie, son responsables de dicho fenómeno. Es evidente entonces, que un incremento en la velocidad del viento aumenta el confort de las hembras cebú.

favoreciendo por ende la expresión del estro.

Duración del ciclo estral. En el presente estudio se observó un acortamiento del ciclo estral durante el otoño, tanto en vacas como en vaquillas. Estos resultados difirieron de los obtenidos por Zakari y col. ( 1981 ), quienes encontraron que la influencia estacional en ganado cebu se manifiesta como un alargamiento de los ciclos estrales, fenómeno que coincide en gran parte con la época de sequía. Es posible que en el trabajo antes citado, las alteraciones de la longitud del ciclo estral se hayan debido a la escasez de forrajes y no a los efectos estrictamente estacionales. Existe información que indica que la escasez de forraje determina un incremento de anestros y de celos silenciosos en vacas que dependen exclusivamente de los pastos para cubrir sus necesidades nutricionales ( Faasal, 1967). Por lo tanto, en el estudio antes referido, la omisión en la detección de signos de estro, pudo haber determinado que dos ciclos estrales hayan sido registrados como uno solo en alguna de las vacas. Consecuentemente, los efectos estacionales documentados por Zakari y col. ( 1981 ), pudieron haber sido sobre la presentación del estro y no sobre la duración del ciclo estral. Los fallos en la detección de estros, efectivamente pueden contribuir a la variación aparente de la duración de los ciclos estrales. Esto ocurre principalmente en hatos grandes de vacas lecheras, donde es común encontrar ciclos estrales menores de 15 días ( MacMillan y Watson, 1971 ). Sin embargo, es poco probable que ésto haya ocurrido en el presente estudio, debido al reducido número de animales y la cuidadosa y frecuente observación de los

mismos para detectar signos de estro.

Por otro lado se ha señalado que la vida del cuerpo lúteo determina la duración del ciclo estral ( Smith, 1985 ). En el presente trabajo no se examinó la vida media del cuerpo lúteo, por lo que no se puede inferir nada al respecto. Pero es posible que las condiciones climáticas del otoño hayan acortado la vida media del cuerpo lúteo e indirectamente hayan reducido la duración del ciclo estral. Con respecto a esto, se ha observado que el primer cuerpo lúteo de corta vida que presentan las borregas después del anestro prepubertal o estacional, es seguido por un estro silencioso, debido quizás, a una inadecuada sensibilización del hipotálamo por la corta exposición de este a la progesterona. Asimismo en vaquillas ovariectomizadas, un tratamiento previo de progesterona mejora la conducta de estro inducida por el estradiol ( Melampy y col., 1957 ). Entonces tomando en cuenta que en el presente estudio se observó una reducción en la duración de los ciclo estrales durante el otoño, y considerando además que tal reducción antecedió a la presencia de celos silenciosos observados en las vaquillas durante el invierno, es posible que una inadecuada secreción de progesterona en los días cercanos al estro o una alteración en el umbral de acción requerido por esta hormona, mediados por el clima, sean las posibles causas de los resultados aquí obtenidos. Alternativamente se ha documentado en ovejas, que las diferencias en regímenes de fotoperíodo inducen variaciones en la longitud del ciclo estral que no van acompañadas de cambios en la vida media del cuerpo lúteo ( Jackson y col., 1990 ). Dichos autores sugieren que los efectos del fotoperíodo pudieron deberse a

variaciones en el intervalo entre la regresión del cuerpo lúteo y la siguiente ovulación. Una secreción inadecuada de gonadotropinas hipofisarias durante el otoño, pudo prolongar el periodo requerido para el desarrollo de folículos destinados a ovular después de la regresión del cuerpo lúteo.

No se observaron asociaciones significativas entre la duración del ciclo estral y las variables climáticas estudiadas en esta tesis. Lo anterior probablemente se deba a que pueden existir cambios ambientales sutiles que no sean detectados al realizar mediciones espaciadas ( promedios mensuales o estacionales ), siendo por lo tanto imposible establecer una relación de las variables climáticas con la duración del ciclo estral. Puede existir la opción de que efectivamente los factores climáticos estudiados no afecten la duración del ciclo estral y el hecho de que durante el otoño se haya acortado el ciclo estral sea debido a factores no estudiados.

Función lútea. La estación no afectó las concentraciones de progesterona presentes durante la fase tardía del cuerpo lúteo. Lo anterior concuerda con los resultados obtenidos por Adeyemo ( 1980 ) en vacuillas de la raza Fulani ( cebú ). No obstante existe bastante controversia en la literatura respecto al efecto de la estación sobre la concentración de progesterona en hembras bovinas. Así por ejemplo, Castellanos y col. ( 1984 ) trabajando con ganado Holstein y sus cruces con cebú, informaron que las concentraciones de progesterona fueron elevadas durante el verano en comparación con las otras estaciones y atribuyeron esto a la alta temperatura ambiental presente durante dicha estación.

Resultados diferentes obtuvieron Rosenberg y col. ( 1977 ), quienes trabajando con vacas lactantes Israeli-Friesian en el periodo de verano, encontraron una reducción de la progesterona circulante durante el verano en comparación con el invierno. Por otro lado Wolff, Monty y Foote ( 1977 ), observaron que vacas no lactantes en condiciones de tensión térmica elevada, presentaron concentraciones séricas semejantes a aquellas que estaban en condiciones de termoneutralidad. Sin embargo en las vacas lactantes la concentración de progesterona en suero fue mayor cuando se les sometió a temperaturas elevadas, que cuando estaban en temperatura confortable. Por lo tanto la alimentación, el estado fisiológico y la raza pueden ser factores que causan variaciones en la respuesta de la función lútea a la estacionalidad.

Los resultados obtenidos en el presente estudio con respecto a la función lútea, indican que con base en mediciones efectuadas en el diestro tardío, la baja fertilidad reportada por otros autores o las variaciones en la presentación del estro durante el invierno reportadas aquí mismo, no son mediadas por disfunciones del cuerpo lúteo. Sin embargo es posible que la vida del cuerpo lúteo sí sea afectada, pero en el presente trabajo no se estudió ni la formación ni la regresión del cuerpo lúteo.

Las concentraciones de progesterona en el momento del estro, tampoco fueron afectadas por la estación. Se ha encontrado que concentraciones de progesterona relativamente altas dos días antes o durante el estro pueden afectar negativamente la fertilidad ( Shotton y col., 1978 ). Las concentraciones de

progesterona durante el estro no difirieron entre estaciones, por lo que tampoco puede ser esta una causa de la baja fertilidad de hembras cebra observadas durante el invierno ( Celis y col. 1985; Jöhnle, 1972 ).

## SUMARIO Y CONCLUSIONES

En el presente estudio se logro evitar la influencia de perdida de peso y los efectos confundidos debidos a lactacion, amamantamiento y cambios reproductivos posparto, por lo que las variaciones reproductivas observadas son respuestas atribuibles a los factores estacionales.

Se observo una reduccion en la incidencia de estros unicamente durante el invierno, siendo las vaquillas mas afectadas que las vacas adultas. La mayor sensibilidad de las vaquillas al invierno, explica las discrepancias observadas en estudios de estacionalidad previos, en los cuales se usaron exclusivamente vacas o vaquillas. En el segundo año de estudio, todos los animales mostraron estro durante la primavera. En cambio en el invierno, un 40 % de las vaquillas no manifesto signos de estro pero si ovulo. Debido a que se efectuó una deteccion intensiva de estros con la ayuda de un toro con bene desviado, los resultados patentizan la existencia de estros silenciosos en la vaquillas cebu. Se requieren estudios diseñados especificamente para examinar si efectivamente puede ocurrir estros que no son detectados por los toros y determinar los posibles mecanismos involucrados en este fenomeno. Se encontro que las variables relacionadas con el sol (temperatura, insolacion y fotoperiodo), tuvieron un efecto positivo en el estro, siendo mas marcado en las vaquillas que en las vacas. Por lo tanto, es evidente que los factores climaticos afectan de manera directa la conducta estrol. Sin embargo se requiere diseñar un estudio que permita determinar,

por separado, el efecto de dichas variables sobre la manifestación del estro.

En verano y otoño hubo un acortamiento del estro. Durante el verano, fueron afectadas tanto vacas como vaquillas. Por el contrario, durante el otoño el acortamiento del estro se observó únicamente en las vaquillas. Queda por estudiar el papel que desempeña el toro en relación a los resultados aquí obtenidos y la fertilidad estacional del ganado cebú observada en estudios previos. Además se propone llevar a cabo trabajos que aclaren o determinen, porque las vaquillas responden en forma diferente que las vacas a los estímulos ambientales.

Se observó que la precipitación pluvial y la humedad relativa afectaron negativamente la duración del estro y por el contrario la velocidad del viento incremento la longitud de dicha variable. Es necesario identificar de que manera afecta la precipitación pluvial la actividad estral de las hembras cebú. Lo anterior permitiría diseñar sistemas de manejo, con los cuales se mejoraría la detección de estros de estos animales durante la época de lluvias.

La duración del ciclo estral se acortó durante el otoño tanto en vacas como en vaquillas. En el presente estudio no se determinó la vida media del cuerpo lúteo por lo que no se puede inferir nada al respecto. Por lo tanto se propone estudiar a futuro: a) la vida media del cuerpo lúteo, b) el cambio en la concentración de estradiol como indicador de disfunción folicular y c) la concentración de hormona luteinizante a través del ciclo estral como indicador de



disfunción hipotalámica.

No se logró relacionar las variables climáticas con la duración de ciclo estral debido quizá a cambios climáticos sutiles, por lo que se requiere diseñar un estudio en el cual se incremente la frecuencia en la lectura de los factores climáticos.

La estación no afectó las concentraciones plasmáticas de progesterona presentes en la fase tardía del cuerpo lúteo. Estos resultados indican que la baja fertilidad reportada en estudios previos a las variaciones en la presentación del estro reportadas aquí, no son mediadas por la disfunción del cuerpo lúteo. Sin embargo es necesario determinar lo que ocurre durante la formación y regresión del cuerpo lúteo a través de las diferentes estaciones.

Por último no se puede descartar que los efectos ambientales puedan modificar el metabolismo de los nutrientes y afectar la reproducción en forma estacional. Por lo tanto se deben realizar estudios profundos que relacionen la nutrición con la actividad estral en las diferentes estaciones del año. Con base en todo lo anterior se concluye que en condiciones controladas de alimentación y manejo, las estaciones afectan algunas funciones reproductivas que podrían explicar los cambios estacionales de fertilidad observados en hembras cabú en estudios previos. Además los resultados obtenidos en el presente estudio, permiten intuir que los factores estacionales afectan a el estro en forma secuencial a través del año. Aparentemente durante el verano se reduce la duración del estro en vacas y vaquillas. Posteriormente

durante el otoño, disminuye la duración del estro y del ciclo  
estral tanto en vacas como en vaquillas. Finalmente en el  
invierno se reduce la presentación de estros principalmente en  
vaquillas.

## LITERATURA CITADA.

Abilay, T.A., H.D. Johnson, and W. Madan. 1975. Influence of environmental heat on periparturient plasma progesterone and cortisol during the bovine estrous cycle. *J. Dairy Sci.* 58:1836.

Adeyemo, O., U.U. Akpokodje and F.I. Odili. 1979. Control of estrus in *Bos indicus* and *Bos taurus* heifers with PGF<sub>2</sub> alpha. *Theriogenology* 25:255.

Adeyemo, O. and E. Heath. 1977. Plasma progesterone concentration in *Bos taurus* and *Bos indicus* heifers. *Theriogenology* 14:411

Agarwal, S.P. and M.N. Vasavay. 1970. Seasonality and prediction of reproductive performance in Fankrej cows. *Tomado del Animal Breeding Abstract* 1970. Vol. 38 Num. 4 Abstract. 3556.

Agarwal, S.P., S.A. Rahman, K.R. Laumas, V.K. Agarwal and A.Ahmad. 1977. Studies on steroid hormones: Progesterone concentration in the blood serum of Zebu cows during oestrus cycle. *Indian J. Anim. Sci.* 47:715.

Anderson, J. 1944. The periodicity and duration of estrus in Zebu and grade cattle. *J. Agr. Sci.* 34:57.

Anuario Estadístico, 1989. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Mexico

Baker, A.A. (1967). The pattern of oestrus behavior in Sahiwal-Shorthorn heifers in South Eastern Queensland. *Aust.Vet.J.* 43:140.

Berger, T., J.p. Manone, G.B. Svodova, K.W. Metz and E.D. Clegg. 1980. Sexual maturation of heifers and growth of ewes exposed to extended photoperiod during decreasing natural photoperiod. *J. Anim. Sci.* 51:672.

Block, T.M., J.R. Crites, E.W. Kirkpatrick and E.R. Hausen. 1985. The effect of photoperiod on serum LH concentration in ovariectomized prepubertal heifers. *Biol. Rep.* 32 ( suppl 1 ):175.

Bond, J. and R.E. McDowell. 1972. Reproductive performance and physiological responses of beef females as affected by a prolonged high environmental temperature. *J. Anim. Sci.* 35:820.

Branton, D., J.C. Hall, E.J. Stone, R.B. Lank and J.B. Frye Jr. 1957. The duration of estrus in dairy cattle in a subtropical climate. *J. Dairy Sci.* 58:709.

Brody, S. 1956. Climatic physiology of cattle. *J. Dairy Sci.* 39:715.

Carniero, G.S. & P. Arden. Efecto de la edad de vacas de raza Guzerá en condiciones a campo Alto San Francisco, Minas Gerais, Ard. Esc. Vet. Belo Horizonte 13:227 memoria 1960-61.

Castellanos, R., R. Faure, y U. Fernandez. 1963. Concentraciones plasmáticas de progesterona, estradiol 17 $\beta$  y LH durante el estró y el ciclo estral en vacas en nuestras condiciones. Rev. Salud Animal 5:217.

Castellanos, R. 1964. Variaciones estacionales de progesterona plasmática en vacas de diferentes grupos raciales en Cuba. Rev. Cubana Cienc. agric. 13:111.

Castillo, R.M., R. Padilla, J.A. Rivera M., J. Fajardo G. y J. Perez. 1963. Ciclo anual de las fecundaciones en Bos indicus y Bos taurus por Bos indicus mantenidos en clima tropical. Memoria Reun. Invest. Pec. en Mexico. 83:66.

Calle G.J.P. y R.O. Rodriguez. 1960. Estudios reproductivos a nivel rastro. II. Estacionalidad del ganado cebú de acuerdo a la condición ovárica. Memoria Reun. Invest. Pec. en Mexico. 85:49

Critser, J.L., K.F. Miller, F. G. Gunsett and G.J. Ginther. 1963. Seasonal LH profile in ovariectomized cattle. Theriogenology 19:181.

Cud F., J. Berney and F. Van Craeynest. 1974. Reproductive Cycle of the female Zebu (Bos indicus) in the Sudan-Sahelian region of the Senegal. Revue de Medicine Vet. 129:147.

De Kruif, A. 1976. Factors influencing the fertility of the cattle population. J. Reprod. Fert. 54:507.

De Silva, A.W.M.V., G.W. Anderson, F.C. Swardshaus, M.L. McGilliard and J.L. Lineweaver. 1961. Interrelationship with estrous behavior and conception in dairy cattle. J. Dairy Sci. 64:2408.

Dhillon, J.S., R.M. Acharya, M.S. Tiwana and S.C. Agarwal. 1970. Factors effecting the interval between calving and conception in Hariana cattle. Asia. Prod. 12:91.

Donaldson, L.E. 1962. Some observations of the fertility of beef cattle in North Queensland. Austral. Vet. J. 33:447.

Donaldson, L.E. 1963. The pattern of pregnancies and lifetime productivity of cows in Northern Queensland beef cattle herd. Austral. Vet. J. 44:493.

Donaldson, L.E., J.E. Risson y D.B. Coeaman. 1967. The reproductive efficiency of several Northern Queensland beef herd. Austral. Vet. J. 43:11.

Donaldson, D.H., J.W. Bassett, and E.L. Inoburn, (1970). Perinatal plasma progesterone concentration of cows during puberty, estrous cycles, pregnancy and lactation and the effects undernutrition or exogenous oestrogen on progesterone concentration. *J. of Endocrinology*, 48:559.

Drazer, N.R. and H. Smith, 1965. *Applied Analysis Regression*. Wiley, New York.

Dunlap, S.E. and R.D. Vincent, 1971. Influence of overbreeding thermal stress on conception rate in beef cattle. *J. Animal Sci.* 32:1131s.

Fajardo, G.J., H. Roman-Fonca, C. Vazquez, H. Castillo, R. 1989. Eficiencia reproductiva en ganado Indocraeil en clima tropical (Am.). *Mem. Reun. Nac. de Inves. Fed. Mexico*, pag.173.

Fernández-Limia, D. and B.D. Murphy, 1976. LH release during the estrous cycle in Holstein, Zebu and crossbred cows. In: *Proc. 8th Int. Congr. Anim. Reprod. and Artif. Insem. Krakow, Poland*, Vol. 1:305 (abstr.).

Fernández, D., R. Castellano, R. Fañre y Y. Solano, 1984. Seasonal effects on the preovulatory LH peak and progesterone secretion in cows of different breeds in a subtropical climate. *Reprod. Ruminants in Zone Trop. Reunion Internationale, Pointe-a-Pitre, Guadalupe, INRA*, pp. 457.

Foote, B. 1979. Cattle. In: *Reproduction in Farm Animals*, E.S.E Hafer, 2a Ed., Lea & Febiger, Cap. II, pp. 257-264.

Foster, L. D., S. M. Yellon and D.H. Olster, 199 . Endocrine physiology of puberty in the female sheep. In: *Proc. 10th Int. Cong. Anim. Reprod. and Artif. Insem. Illinois, USA*, VII:16.

Ganswar, P.C., C. Branton and D.L. Evans, 1965. Reproductive and physiological responses of Holstein heifers to controlled and climatic conditions. *J. Dairy Sci.* 48:222.

García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 2a Ed. Universidad Autónoma de México.

Gautnier, E. 1963. Vacas frías en clima tropical. *Reprod. Nutr. Develop.*:23.

Gwardauskas, F.C., W.W. Thatcher and C.J. Wilcox, 1973. Physiological, environmental and climatic factors at insemination which may affect conception. *J. Dairy Sci.* 56:875.

Gwardauskas, F.C., W.W. Thatcher, L.A. Kiddy, M.J. Paape and C.J. Wilcox, 1974. Hormonal response to heat stress after PGF2 alpha. *J. Anim. Sci.* 39:209.

Gwardauskas, F.C., C.J. Wilcox and W.W. Thatcher, 1975. Environmental and management factors affecting conception rate in a subtropical climate. *J. Dairy Sci.* 58:88.

Hafez, E.S.E. 1974. Environmental effects on animal productivity. E.S.E. 3a Ed. Philadelphia, Lea & Febiger.

Hall, J.G., C. Branton and E.J. Stone. 1959. Estrus, estrous cycles, ovulation time, time of service and fertility of dairy cattle in Louisiana. *J. Dairy Sci.* 42:1086.

Hansel, P.J. and M. Convey. 1963. Physiology of the estrous cycle. *J. Anim Sci.* 57 ( suppl 2 ):404.

Harrison, L.K., T.R. Hansen and R.D. Randel. 1982. Evidence for seasonal and nutritional modification of ovarian and pituitary function in crossbred heifers and Brahman cows. *J. Anim. Sci.* 55( 3 ):649.

Helmer, S.D. and J.D. Britt. 1985. Mounting behavior as affected by stage of estrous cycle in Holstein heifers. *J. Dairy Sci.* 68:1290.

Hernández, L.J.J., J. Padilla, E. Koppel, H. Roman Fonce, J. Pérez y H. Castillo. 1984. Comportamiento reproductivo de ganado bovino lechero en clima tropical. 6. Perfiles de progesterona, estradiol 17-beta y hormona luteinizante durante el ciclo estival en tres genotipos en dos estaciones del año. *Tec. Pec. Méx.* 47:102.

Hernández, L.J.J., H. Roman-Fonce, E. Koppel, J. Padilla, J. Pérez y H. Castillo. 1986. Comportamiento reproductivo del ganado lechero en clima tropical. 7. Niveles preovulatorios de hormona luteinizante en tres genotipos durante dos épocas del año. *Tec. Pec. Méx.* 50:53.

Heyman Y. 1975. Incidence des facteurs climatiques sur la reproduction des bovins: résultats d'élevage en Guadeloupe. *Nouv. Agron. Antilles-Guyane*, 1,3,197-212.

Hinshelwood, M.M., F.J. Hansen and E.R. Hauser. 1962. Short estrous cycles in postpartum cows as influenced by level of milk production, suckling, diet, season of calving and interval to first estrus. *Theriogenology*, 16 ( 4 ):333.

Jackson G.L., H. Jansen and C. Leo. 1990. Continuous exposure of Suffolk ewes to an equatorial photoperiod disrupt expression of the of the annual breeding season. *Biol. Reprod.* 42:63.

Jimenez, F., C.S. Galina, B. Ramirez and A. Navarro-Fierro. 1985. Comparative study of the concentration of peripheral progesterone before and after PGF2a injection between Bos taurus ( Brown Swiss ) and Bos indicus ( Indobrazil ) in the tropics. *Anim. Reprod. Sci.*, 9:333.

Johnston, F.G. and I. Zucker. 1980. Photoperiodic regulation of reproductive development and maintenance in the cotton rat, Sigmodon hispidus. Biol. Reprod. 21:1.

Jochie, W. 1972. Seasonal fluctuations of Reproductive functions in Zebu cattle. Int. J. Biol. 16:31.

Kamwaja, L.A. and E.R. Hauser. 1983. The influence of photoperiod on the onset of puberty in the female rabbit. J. Anim. Sci. 56:1370.

Koppel, R.E., J. Padilla, J.J. Hernandez, H. Román-Fonce, J. Pérez y H. Castillo. 1984. Comportamiento reproductivo del ganado lechero en clima tropical. 5. Duración del estrus, ovulación y respuestas fisiológicas de tres genotipos en dos estaciones del año. Tec. Pec. Mex. 47:71.

Labheetwar, A.F., W.J. Tyler and L.E. Casida. 1963. Genetic and environmental factors affecting quiet ovulations in Holstein cattle. J. Dairy Sci. 46:245.

Lamond, D.R. 1965. Seasonal variation in the effect of progesterone on estrous cycles in beef heifers. J. of reproduction and fertility. 9:41.

Lee, J.A., J.F. Beatty and J.D. Rouseel. 1971. Effect of thermal stress on circulating levels of cortisol and progesterone. J. Dairy Sci. 54:766.

Levine, J.M., M.C. Amézquita and W.D. Hohenboken. 1980. Relationship of live weight to calving rate of grade Zebu heifers and cows on the Eastern plains of Colombia. J. Animal Sci. 50: 611040.

Lozano O.R. 198c. Estacionalidad reproductiva de vacas cebú en el trópico. Tesis de Maestría. F.E.S. Cuatitlán, U.N.A.M.

Maden, G.L. and Johnson. 1975. Environmental heat effect on bovine luteinizing hormone. J. Dairy Sci. 58:1420.

Mahadevan, P. H. Harricharan, and B.G.F. Spring. 1976. The performance of Santa Gertrudis, Sahiwal, Brahman and crossed animals in the intermediate Savanna of Guyana. J. Agric. Sci., Camb. 79:57.

Manual de Estadística Básica. 1988. Secretaría de Programación y Presupuesto. Mexico.

Macmillan, K.L. and J.D. Watson. 1971. Short estrous cycles in New Zealand dairy cattle. J. Dairy Sci. 54:1526.

Meiralles De Miranda, R. 1975. The role of beef cattle in the development of Latin America. Procc. Potential to increase beef production in tropic America. Cali, Feb. 18-21.

Malampy, R.M., M.A. Emerson, J.M. Rates, L.J. Harla, and P.G. Eness. 1957. The effect of progesterone on the estrous response of estrogen-conditioned ovariectomized cows. J. Anim. Sci. 16:967.

Menéndez, A., D. Guerra, J. Dora, M.L. Ferez y J.R. Morales. 1978. Comportamiento reproductivo de la vaca cebu en Cuba. I. Efecto de la época del año sobre la gestación y el parto. Rev. Cubana de Reprod. Anim. 4:103.

Miller, H.L. and C.W. Alliston. 1974. Bovine plasma progesterone levels at programmed circadian temperatures of 17 to 21 C and 21 to 34 C. Life Sciences. 14:705.

Montgomery, G.W. 1985. The effects of season on reproduction in beef cattle - a review. Proc. of the New Zealand Soc. of Anim. Reprod. 45:43.

Monty, D.E., and L.K. Wolff. 1974. Summer heat stress and reduced fertility in Holstein-Friesian cows in Arizona. Am. J. Vet. Res. 35:1475.

Morales, J.R., J. Dora, A. Menéndez, C. Iglesias, y H. Cháves. 1976. Resultados de los servicios de inseminación artificial en hembras bovinas y su relación con el medio en Cuba. Rev. Cubana de Reprod. Anim. 2:40.

Faters, R.R., L.T. Chapin, R.S. Emery and H.A. Tucker. 1980. Growth and hormonal response of heifers to various photoperiods. J. Anim. Sci. 51:1148.

Petridenc, D., L.T. Chapin, R.S. Emery and H.A. Tucker. 1983. Body growth, growth hormone, prolactin and puberty response to photoperiod and plane of nutrition in Holstein heifers. J. Anim. Sci. 57:842.

Ficcione, B.A. 1983. Factores genéticos y ambientales que influyen en algunos caracteres reproductivos en un hato de ganado Brahman en Yucatán. Tesis de Maestría en Ciencia Animal Tropical. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad de Yucatán.

Flasse, D.A., C. Warrick, and M. Koger. 1968. Reproductive behavior of Bos indicus in a subtropical environment. I. Puberty and ovulation frequency in Brahman and Brahman x British heifers. J. Animal Sci. 27:94.

Flasse, D.A., C. Warrick, and M. Koger. 1970. Reproductive behavior of Bos indicus females in a subtropical environment. IV. Length of estrous cycle, duration of estrus, time of ovulation, fertilization and embryo survival in grade brahman heifers.

Pope, G.S., I. Majalik, P.J.H. Ball and J.D. Leaver. 1976. Use of progesterone concentration in plasma and milk in the diagnosis of pregnancy in domestic cattle. Br. Vet. J. 132:497.



Rakha, M.A. and E. Igboeli. 1972. Effects of nutrition, season and age on oestrous cycle of Indigenous Central African cattle. J. Anim. Sci. 52:643.

Randel, R.D. and W.M. Moseley. 1977. Serum luteinizing hormone surge and progesterone near the estrus in Brahman compared to Brahman-Herdford and Herdford heifers. J. Animal Sci. 45 ( Supl.1 ) : 199 ( Abstr. )

Randel, R.D. 1984. Seasonal effects on the female on reproductive functions in the bovine ( Indian Breeds ). Theriogenology 21:170.

Rhodes III, R.C., R.D. Randel and C.R. Long. 1982. Corpus luteum function in the bovine: *in vivo* and *in vitro* evidence for both seasonal and breed type effect. J. Anim. Sci. 55 ( 1 ):159.

Rivera, J. S. Piña, J. Fajardo, M. Leal, E. Villacomez, H. Castillo, J. Perez, H. Hernández y E. Gonzalez. 1984 Eoocas cortas de emadre en ganado bovino en clima tropical. Mem. Reunion de Invest. Pec. pag.300.

Rivera, M. G. 1985. Bases para la planeación economica y social en Mexico. Ed. Siglo XXI. Cabit. 5:119.

Romero, A., E. Hernández, E. Gonzalez y C. Vasquez. 1983. Estacionalidad reproductiva de bovinos ubicados al oriente de Yucatan en tropico subhúmedo. Mem. Reun. de Invest. Pec. en Mexico pag. 68.

Rosenberg, M., I. Herz, M. Davidson and Y. Folman. 1977. Seasonal variations in postpartum plasma progesterone levels and conception in primiparous and multiparous dairy cows. J. Reprod. fert. 51:363.

Rzepkowski, R.A., J.J. Ireland, R.L. Fogwell, L.T. Chapin and H. A. Tucker. 1982. Serum luteinizing hormone, follicle stimulating hormone and prolactin response during the oestrous cycle in Holstein heifers. J. Anim. Sci. 55:1125.

Salisbury, G.W., N.L. Vandemark and J.R. Lodge. 1978 Managements factors that affect the reproductive efficiency of the cow. En: Physiology of reproduction and artificial insemination of cattle. Freeman and Co. 2a Ed. Cap.22:680.

Sanchez, F., A.O. Iturbide y O.H. Colon. 1969. Caracteres reproductivos de un hato Brahman en Guatemala. Rev. Fac. Med. Vet. y Zoot. vol. 11:43.

Scheffe, H. J. 1963. Roy. Stat. Soc. Series B., 20:235

Shemesh, M., H.R. Linder and N. Ayalon. 1971. Competitive protein-binding assay of progesterone in bovine jugular venous plasma during the oestrous cycle. J. Reprod. Fert. 26:167.

Shotton, S.M., J.H.B. Roy and G.S. Pope, 1976. Plasma progesterone concentrations from before puberty to after parturition in British Friesian heifers reared on high planes of nutrition and inseminated at their first oestrus. *Anim. Prod.* 27:87.

Smith, F.M. 1986. Symposium: ovarian function: Recent advances in corpus luteum physiology. *J. Dairy Sci.* 69:911.

Sternosch, J. y A.A. Falgout. 1971. Variations saisonnières du taux de fécondité de bovins en climat équatorial du Sud Nigeria. *Int. J. of Biometeor.* 15,1:71.

Stonacker, H.H., J. Villar, G. Osorio and J. Salazar, 1976. Difference among cattle and farms as related to beef cow reproduction in the eastern plains of Colombia. *Trop. Anim. Hlth. Prod.* 3:147.

Stott, G.H. 1961. Female and breed associated with seasonal fertility variation in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 44:1698

Stott, G.H. and R.J. Williams. 1962. Causes of low breeding efficiency in dairy cattle associated with seasonal high temperatures. *J. Anim. Sci.* 45:1367.

Stott, G.H. and F. Wiersma. 1973. Climatic thermal stress. a cause of hormonal depression and low fertility in bovina. *Int. J. Biometeor.* 17:115.

Sweetman, W.J. 1950. Artificial breeding in Alaska and effect of extralight during short winter days. *J. Dairy Sci.* 33:191.

Tanabe, T.y. and L.E. Casida. 1949. The nature of reproductive failure in cows of low fertility. *J. Dairy Sci.* 32:237.

Taneja, G.D. 1955. Sweating in cattle. *J. Agric. Sci.* 52:62.

Tassel, R. 1967. The effects of diet on reproduction in pigs, pigs and cattle. V. Plane of nutrition in cattle. *British Vet. J.* 123:459 (ABA 36:1395).

Thatcher, W.W. 1974. Effects of season, climate and temperature on reproduction and lactation. *J. Dairy Sci.* 57:360.

Tucker, H.A. 1962. Seasonality in cattle. *Theriogenology* 17:53.

Vaugh, L.K. 1976. Some effects of high environmental temperatures on reproductive, endocrine and physiologic characteristics of lactating and nonlactating Holstein Friesian cows in Arizona. *Diss. (Abstr. Int. 77:1982).*

Verde, D.G., W.W. Thatcher and C.J. Wilson. 1970. Influence of heat stress on reproductive performance. A review. *Dairy Sci. Mimeo Rep. DY 71-1. Fla. Agr. Exp. Sta.*

Villacorta, V.V. 1960. The estrous cycle, duration of heat and time of ovulation in cattle in the tropics. Anim. Breed. Abstr. 29:52.

Villa-Godoy, A., T.L. Hughes, R.S. Emery, W.J. Enright, E.F. Stanisiewski, S.A. Zinn and R.L. Fogwell. 1987. Effects of energy balance and body condition in behavior around estrus in Holstein heifers. J. Anim. Sci. (Abstr.). Vol. 65 Supplement:420.

Voh, A.A., E.O. Oyedipe, M. Balaenaran and J. Kumi-Diaka. 1987. Estrus response of Indigenous Nigerian Zebu cows after prostaglandin F2 alpha analogue treatment under continuous observations for two seasons. Theriogenology 28:77.

Vries, S. de., A. Osinga and J. Zeinstra. 1973. Length and frequency of oestrus in Friesian milking cows in Kenya. East African Agric. Forest. J. 38:175.

Wiersma, F. and G.H. Stott. 1969. New concepts in the physiology of heat stress in dairy cattle of interest of engineers. Transactions of the ASAE. 12:130.

Wilson, S.G. 1946. The seasonal incidence of calving and of sexual activity in Zebu cattle in Nyassaland. J. Agric. Sci. 36:246.

Wiltbank, J.N., A.C. Cool, R.E. Davis and Warnick. 1957. The effect of different combinations of energy and protein on the occurrence of estrus, length of estrous period and time of ovulation in beef heifers. J. Anim. Sci. 16:1100 (Abstract).

Wishart D.F. 1972. Observations on the oestrus cycle of the Friesian heifers. Vet. Rec. 90:595.

Wolff, L.K. and D.E. Monty. 1974. Physiologic response to intense summer heat and its effect on the estrous cycle of nonlactating and lactating Holstein-Friesian cows in Arizona. A.J. Vet. Res. 35:187.

Wolff, V.L., D.E. Monty and W.C. Foote. 1977. Effect of summer heat stress on serum luteinizing hormone and progesterone values in Holstein-Friesian cows in Arizona. Am. J. Vet. Res. 38:1027.

Zakari, A.Y., E.C. Mokuwu and D.I. Osori. 1981. Effect of the season on the oestrous cycle of cow. (Bos indicus) indigenous to northern Nigeria. Vet Rec. 109:213.

Zakari, A.Y., E.C. Mokuwu and D.I. Osori. 1981b. Effect of rectal and ambient temperature and humidity on conception rates. Theriogenology 15:331.

Zamorano, T. 1970. Características de la producción del ganado de carne en el sureste de México. Mem. del Sem. Int. de Ganadería Tropical. F.I.R.A. México.