

41
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN



**"EFECTO DEL CLIMA SOBRE LA PRODUCCION,
LA REPRODUCCION Y LA RESPUESTA
FISIOLOGICA DE VACAS HOLSTEIN
EN EL TROPICO SECO"**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :

BRAULIO OCTAVIO GONZALEZ PADILLA

ASESORES:

PHD. MIGUEL ANGEL GALINA HIDALGO.

M.C. JOSE MANUEL PALMA GARCIA.

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1983

**TESIS CON
FALLA LE 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.

INDICE

	PAG.
Resumen	1
Introducción	1
Región tropical.....	4
Características geográficas del estado de Colima	5
Producción de leche en el trópico	6
Reproducción en clima tropical	11
Acción directa del clima	14
a) Radiación	
b) Calor	
Tolerancia al calor	16
a) Temperatura rectal	
b) Ritmo respiratorio	
c) Rumia y hábitos de pastoreo	
Vías de disipación de calor	20
a) Radiación	
b) Conducción	
c) Convección	
d) Evaporación	
Comportamiento de las constantes fisiológicas ..	23
Hipótesis	27
Objetivos	28
Material y métodos	29
Resultados	32
Discusión	39
Conclusiones	46
Literatura citada	47

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Posta Agropecuaria de la Universidad de Colima, ubicada en el municipio de Tecoman, Colima. Localizado en un clima tipo A_w seco cálido con lluvias en verano (junio a octubre). El estudio se llevó a cabo de julio de 1990 a junio de 1991, en donde se utilizaron 54 vacas Holstein, con diferente número de lactaciones, días de ordeña y estado reproductivo. El objetivo del trabajo fue estimar el efecto de los factores climáticos: temperatura ambiental (T.A.), humedad relativa (H.R.) y precipitación pluvial (P.P.) sobre la producción (cantidad de leche en kilogramos, P.L. y peso vivo, P.V.), la reproducción (intervalo entre partos, IEP) y la respuesta fisiológica de los animales: temperatura rectal (T.R.), frecuencia cardíaca (F.C.) y frecuencia respiratoria (F.R.) en las condiciones de trópico seco. El manejo del hato se realizó en un sistema de pastoreo restringido nocturno (6 p.m. a 6 a.m.) en pasto estrella africana (Cynodon plectostachyus), en aproximadamente 3 ha., divididas en 6 potreros, manejado en un sistema rotacional con 3-4 días de ocupación y 10-20 días de descanso, con fertilización nitrogenada a razón de 600 kg N/ha/año utilizando sulfato de amonio (20.5% N) y 100 kg de fósforo 2 veces al año, usando superfosfato de calcio triple (30.5% P) y riego. Las vacas fueron ordeñadas por la mañana y por la tarde, labor en donde se les administró un 20% de su capacidad de ingestión en forma de concentrado, quedando posterior al primer ordeño estabuladas para su alimentación con ensilado de maíz y agua. Se midieron las constantes fisiológicas una vez por semana en tres horarios (8:00, 13:00 y 18:00 hrs.), la producción de leche se midió diario, el peso vivo se cuantificó mensualmente, y el intervalo entre partos se calculó considerando los registros reproductivos. Los resultados fueron en promedio los siguientes: FR=48 resp/min., FC=76 latidos/min., TR=38.8°C, TA=27.8°C, HR=69% y PP= 340 mm anuales. El peso vivo fue en promedio de 416.5 kg, para la producción de leche se estimó que 37.3 animales (69.1%) se mantuvieron en producción con un promedio de 8.9 kg de leche vaca/línea/día, 6.1 kg de leche vaca/hato/día y una producción anual de 122,694 kg de leche. Se consideraron 46 lactancias completas en el periodo de estudio, donde el promedio fue de 308 días/lactancia, con una producción promedio de 2,457 kg de leche/lactancia real y un promedio de producción de 7.9 kg de leche/vaca/día de lactación. Se registraron además, un total de 32 partos, evaluándose 27 intervalos entre partos, que en promedio tuvieron 412 días de duración. En cuanto al horario de muestreo, se observaron los siguientes resultados promedio para las 8:00 hrs. la FR=44 resp/min.^a, FC=73^b latidos/min. y TR=38.7°C^b; 13:00 hrs. la FR=51 resp/min.^a, FC=79^a latidos/min. y TR=38.7°C^{ab} y finalmente para las 18:00 hrs. la FR=44 resp/min.^a, FC=77^{ab} latidos/min. y TR=38.9°C^a. Así mismo, en el análisis se encontró un comportamiento bifásico de los resultados

analizados, observándose los siguientes promedios por época: período diciembre-mayo; FR=34 resp/min., FC=71 latidos/min., TR=38.6°C, PL=9.6 kg de leche vaca/línea/día, PL=7.3 kg de leche/vaca/hato/día, peso vivo de 430.4 kg, duración del IEP de 419 días y con los factores climáticos de TA=26.7°C, HR=68% y PP=0.0 mm. Período junio-noviembre; FR=62 resp/min., FC=82 latidos/min. TR=39.1°C, PL=8.0 kg de leche vaca/línea/día, PL=4.9 kg de leche vaca/hato/día, peso vivo de 401.6 kg, duración del IEP de 406 días con los factores ambientales de TA=29°C, HR=71% y PP=340 mm. Se concluye que aunque los valores observados en el promedio anual se encuentran dentro de los rangos mencionados por la literatura en forma general, existe una gran variabilidad, la cual incluye una época de confort para los animales, ésto nos indica que implementando cuidadosos manejos zootécnicos según época y horario se puede proveer de un mejor ambiente para los animales y por lo tanto mejorar en la producción.

a, b. distinta literal, indica diferencia estadística (P< 0.05).

INTRODUCCION

La producción de leche en el trópico mexicano está basada en sistemas tradicionales con muy baja eficiencia de producción y rentabilidad, dependiendo de una serie de factores entre los que destacan las condiciones del clima y del suelo, la inversión de capital, la capacitación técnica para el manejo de pastos y animales, entre otros (Alvarez et al., 1982).

A pesar de esta situación, en las condiciones tropicales se produce cerca del 40% de la producción nacional de leche, lo que indica que las áreas tropicales son ricas en recursos ganaderos que de aprovecharse en forma adecuada podrían contribuir substancialmente a incrementar la producción de leche y evitar la fuerte fuga de divisas que por este concepto pierde anualmente el país (Román, 1982).

Una de las formas de incrementar la producción en zonas tropicales, ha sido la introducción de razas bovinas especializadas, como son: la Holstein, Suizo Pardo y Jersey, razas que no han manifestado su potencial genético, debido a las limitaciones ambientales. Teniendo así, que aclimatarse y desarrollar mecanismos de adaptación a elevadas temperaturas, humedad relativa y radiación solar, que afectan directamente la fisiología del ganado lechero. El consumo de alimento y los mecanismos de termorregulación son las variables fisiológicas que en especial se ven alteradas (Juárez y Román, 1987; Román, 1978; Román y Cabello, 1978).

Los vacunos como la mayoría de los animales domésticos, están incluidos dentro de la categoría de los homeotermos, así se denominan los animales que mantienen su temperatura interna dentro de un intervalo uniforme de márgenes sumamente estrechos, para el desenvolvimiento de sus actividades fisiológicas (Helman, 1983).

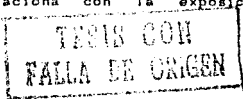
Riquelme (1989) expresa, que se debe de considerar que la producción animal es el resultado de la interacción entre un componente genético que representa el potencial máximo de producción y el medio ambiente. Es decir, el animal y el medio ambiente forman un sistema en el cual existe un continuo proceso de acción-reacción. En términos muy generales, el medio ambiente está constituido por dos componentes principales: un componente abiótico, que incluye todos los factores físicos y químicos externos, y un componente biótico, que incluye los efectos principales e interacciones entre entidades biológicas tales como alimentación, sanidad, depredación, conducta social y sexual, etc.

Los efectos ambientales en la salud animal involucran interacciones complejas entre efectos ambientales y animales. Los agentes ambientales incluyen efectos directos por medio de cuatro componentes abióticos, que son: la temperatura del aire, humedad, velocidad del viento y radiación solar sobre los animales. Es decir, el medio ambiente climático es un espacio tetradimensional dentro del cual, el animal ocupa un nicho. Efectos indirectos de la

cantidad y calidad de alimento así como interacciones de patógenos con el ambiente y la población animal, también influyen en la salud. Existen muy pocos lugares en el mundo donde el medio ambiente climático sea continuamente óptimo para los animales domésticos a través de todo el año. Por lo tanto, los animales están sometidos a algún tipo de estrés (definido como la expresión de la magnitud de las fuerzas externas al sistema corporal que tienden a desplazar al sistema de su estado o condición normal) climático por ciertos periodos de tiempo y que se refleja en una menor producción y/o productividad. (Collier, 1981; Riquelme, 1989).

Fisiológicamente, las neuronas sensitivas a la temperatura se localizan por todo el cuerpo del animal y sus cambios se transmiten al hipotálamo. El hipotálamo recibe la información, la integra y por medios parcialmente conocidos provoca cambios fisiológicos, anatómicos y de conducta del animal, los cuales sirven para mantener en balance aceptable el calor corporal (García, 1983; Shearer y Beede, 1990).

La respuesta a condiciones adversas de medio ambiente pueden ser: primarias y secundarias. Las primarias, son de respuesta inmediata, por la acción nerviosa refleja y relacionadas con el hipotálamo por los mecanismos de disipación térmica: vasodilatación, sudoración, aumento de la frecuencia cardíaca, aumento de la frecuencia respiratoria y en consecuencia de la actividad térmica. La respuesta secundaria se relaciona con la exposición



prolongada al calor, regulada también por el hipotálamo y determinada por la acción hormonal a través de sus sistemas enzimáticos. Estas respuestas incluyen cambios en el metabolismo, composición de la leche, la sangre, el metabolismo del agua, los carbohidratos, los lípidos, las proteínas, los minerales, el crecimiento, la producción de leche y la reproducción. Como consecuencias adaptativas se produce disminución en el consumo de alimentos y mayor ingestión de agua (García, 1983.)

REGION TROPICAL

Se ha definido el trópico como las áreas a ambos lados de la línea ecuatorial delimitadas al norte por el trópico de cáncer y al sur por el trópico de capricornio, a una latitud de 23°24' N-S en donde se incluyen alrededor de 90 países con una extensión de 51,000,000 de km² (Chico y Shultz, 1978). El trópico americano comprende la mitad de México, todo Centroamérica, Venezuela, Colombia, Perú, Bolivia, la mayor parte de Brasil, la parte norte de Argentina, Paraguay y Chile (MIDIA, 1988).

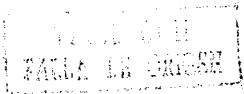
La República Mexicana comprende una superficie aproximada de 1,972,546 km², dividida en cinco grandes zonas ecológicas: la región árida y semiárida (40%), templada (10%), montañosa (25%), trópico húmedo (13%) y trópico seco (12%). La región tropical seca comprende los estados de Baja California Sur, Sinaloa, Nayarit, Colima, Jalisco, Guerrero, Oaxaca, Coahuila, Chiapas, Tamaulipas y Yucatán (SEP, 1980).

CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS DEL ESTADO DE COLIMA

El estado de Colima se encuentra ubicado entre los meridianos 103°30'20" y 104°37'10" de longitud oeste y entre los paralelos 18°41'10" y 19°27'20" de latitud norte, con una extensión de 5,455 km². Situado en las laderas australes del volcán de Colima y en la llanura costera del océano pacífico, colinda al norte y al noroeste con Jalisco, al sureste con Michoacán y al sur, y al oeste con el océano pacífico. Los relieves montañosos cubren el oeste, el norte y parte del este de la entidad, las penetraciones de las sierras jaliscienses forman las zonas más elevadas. Dividido en tres zonas productivas: región costa, región centro y región norte (MEBE COLIMA, 1981).

El estado posee una gran variedad de climas, prevaleciendo el tipo cálido en un 63% del estado y el seco con un 8%, de menor importancia son el semicálido 2%, templado 4% y semifrío 1% (INEGI, 1988).

Con características de trópico seco, Colima tiene una ganadería que se desarrolla en el 31% de la superficie de la región, en donde existen alrededor de 300,000 cabezas de ganado. Colima cuenta con una población de 43,794 cabezas de ganado lechero, lo que representa el 14.6% del total de los bovinos (SARH, 1988). Siendo necesario conocer el comportamiento del ganado especializado que permita proporcionar las recomendaciones pertinentes para su manejo y producción.



PRODUCCION DE LECHE EN EL TROPICO

Los niveles de producción de leche en pastoreo, tienen una gran variabilidad, debido a las condiciones y factores que inciden en los procesos fisiológicos de las vacas productoras de leche, donde se han discutido los siguientes factores: cantidad de pasto disponible, calidad del pasto refiriéndose a especie, grado de madurez, asociación con leguminosas y a sus respectivas variaciones durante el año, fertilización, carga animal, estancia y ciclos de rotación los cuales determinan en gran medida el grado de defoliación y la recuperación que tenga el pastizal, raza, factores climáticos (temperatura, humedad relativa y lluvia) que inciden tanto en los animales como en el pasto, por alterar mecanismos de llenado ruminal, de disponibilidad de alimentos y nutrientes, así como mecanismos termorreguladores, por presencia de ecto y endoparásitos que conducen a estados de enfermedad (Delgado, 1977; Novoa, 1984; Román, 1978).

Relacionando los efectos del ambiente sobre la producción de leche y largo de la lactancia, Bocerril et al (1981), observaron una tendencia a mayor producción de leche (11.8%) y duración de la lactancia (8.9%) en el trópico húmedo, para vacas que parieron de octubre a marzo con respecto a las que parieron de abril a septiembre, y concluyen que la producción es mayor durante los meses más calurosos y lluviosos debido a que es la época en que existe

forraje en cantidades adecuadas para llenar las necesidades nutritivas de los animales.

La alimentación del ganado lechero en el trópico depende básicamente del consumo de forrajes, por lo tanto, la producción de leche estará grandemente afectada por la calidad de este recurso; así se observó que la producción diaria de vacas lecheras en potreros no fertilizados difícilmente alcanzaban más de 6 kg, mientras que en potreros bien manejados y racionalmente fertilizados es factible producir hasta 12 ó 14 kg diarios de leche por unidad (Stobbs y Thompson, 1975). Así mismo, estos autores mencionan que es altamente recomendable suministrar suplementos calóricos y proteicos sobre todo al inicio de la lactación.

La alimentación con base en forrajes para las regiones tropicales con la adición estratégica de suplementos puede ser una alternativa para mantener niveles rentables de producción de leche, teniendo como finalidad corregir las deficiencias nutricionales que origina el uso de pasto como único recurso de alimentación, desbalances nutricionales o mejorar la eficiencia de utilización del pasto (García-López y García-Trujillo, 1988; Ruiz, 1982).

Generalmente, las vacas están por abajo de su potencial genético para producir leche pudiendo llegar a una relativa alta producción, con máximos rendimientos de 9-12 kgs/vaca en el pico de su lactancia, con pastos jóvenes en estado de crecimiento. (Novoa, 1984; Stobbs y Thompson, 1975).

Aunque en términos generales se ha señalado que en pasturas tropicales mejoradas la producción por vaca puede llegar hasta 2000 kgs/hectárea, con un promedio de 6-7 kgs/día y lactancias de 300 días, aproximadamente (Stobbs y Thompson, 1975).

Las producciones por vaca en pastos naturales o sin fertilizar oscilan entre 6 a 7 kg de leche día, aumentando de 8 a 9 kg/vaca/día en pastos mejorados y fertilizados o la combinación de gramíneas y leguminosas. Al emplear vacas de mayor potencial y capacidad de ingestión sobre pastos mejorados las producciones pueden alcanzar niveles de 10 a 14 kg/vaca/día (García, 1983; Stobbs, 1975).

En el trópico mexicano, con pastos naturales, se han obtenido producciones promedio por vaca de 6 kg de leche/vaca/día, utilizando pastos mejorados (Ferrer, Guinoa, Pangola, Panizo verde), fertilización y suplementación, se han obtenido producciones entre 6 a 8 kg/vaca/día (Fernández-Baca et al., 1986; Garza et al., 1981; Jara et al., 1982).

La suplementación de un concentrado energético a las vacas, práctica común en estas ganaderías a la hora del ordeño, en el orden de 2-4 kgs/día, fácilmente pueden incrementar la producción diaria de leche hasta niveles de 10-12 kgs (Novoa, 1984).

La producción anual por hectáreas ha estado íntimamente relacionada con la capacidad de carga de los forrajes, en pastos naturales se obtuvieron producciones de 1,300 a 2,700 kg/ha/año (Fernández-Baca, 1986; Novoa, 1984).

Garza et al. (1981) menciona que en la región tropical de México al utilizar asociaciones de gramíneas y leguminosas se han obtenido promedios de 8 a 9 kg/vaca/día y de 10,000 a 12,000 kg/ha/año.

Por otra parte, Meléndez et al. (1980), señalan que el pasto estrella africana (Cynodon plectostachyus), se ha utilizado en la producción de leche y carne en las regiones tropicales por su resistencia a plagas y persistencia contra malas hierbas, con una producción promedio entre 6 a 8 kg/vaca/día y producción total por lactancia entre 1,400 a 2,000 kg/vaca en el estado de Tabasco.

Con pasto estrella africana fertilizado con suplementación de melaza-urea y carga de 3 U.A./ha la producción obtenida fue de 6 kg de leche/vaca/día y un rendimiento por área de 6,000 kg/ha/año (Novoa, 1984).

En el estado de Jalisco, los resultados que se han obtenido con el pasto estrella africana y con cargas altas de 7 a 9 U.A./ha, son producciones promedio entre 8.5 a 12 kg de leche vaca/día y producción por área de 25,000 a 32,500 kg de leche/ha/año, con fertilización y suplementación (Rodríguez et al., 1984; Sosa et al., 1987).

En otros estudios realizados en el estado de Jalisco, Amaro et al. (1984), reportaron producciones promedio de 14.86 kg de leche en pastoreo y una suplementación del 49%, mientras que Hernández et al. (1988), obtuvieron resultados que van de 10.3 a 14.7 kg de leche/vaca en línea.

En el municipio de Hueytamalco, Puebla, se tuvieron producciones promedio de 9.4 kg de leche/vaca/día utilizando ganado Pardo Suizo, fertilización y suplementación (Galaviz et al., 1983; Juárez et al., 1982).

En la estación experimental de Paso del Toro en el estado de Veracruz utilizando ganado especializado, Holstein y Pardo Suizo se han obtenido producciones promedio de 10.5 y 9.2 kg/vaca/día respectivamente, con fertilización y suplementación (Román, 1976). En el mismo estado en el CIEEGT de la Facultad de Medicina Veterinaria de la UNAM, han realizado ensayos con la utilización del pasto estrella africana donde se obtuvieron promedios de producción 6.5 kg/vaca/día y rendimientos por área entre 4,350 y 6,745 kg/ha/año (Fernández-Baca et al., 1986; Jara et al., 1982).

En la Universidad de Colima se tienen resultados de producción de leche con ganado Holstein en promedio de 7 a 8 kg leche/vaca/día y lactaciones ajustadas a 305 días de 2,500 kg con dietas basadas en pasto estrella africana y bajos niveles de suplementación, entre 20 y 30%, (Palma, 1981; Palma et al., 1980; Rodríguez, 1989).

REPRODUCCION EN CLIMA TROPICAL

Existen numerosos análisis que demuestran que la eficiencia reproductiva del ganado bovino en la América tropical es baja y se considera ésta como una de las causas fundamentales de la baja productividad de las explotaciones (FAD, 1977).

Las consecuencias inmediatas de la baja eficiencia reproductiva son, menor producción de leche y carno, y disminución de la posibilidad del progreso por selección debido a un menor número de reemplazos disponibles y al alargamiento de los intervalos entre generaciones (Fernández, 1981).

El proceso reproductivo está bajo el control de un complejo mecanismo neurohormonal sobre el que ejercen su influencia numerosos factores, como son: la nutrición, la temperatura ambiental, las enfermedades, el manejo, etc. que pueden alterar el mecanismo de control e interferir con la reproducción. La introducción de razas mejoradas al trópico, invariablemente acarrea problemas de baja eficiencia reproductiva.

Aún cuando generalmente se reconoce que la hembra bovina es poliéstrica con actividad continua, hay indicaciones de fuertes tendencias estacionales de la actividad reproductiva en el trópico. Se ha sugerido que esta estacionalidad puede estar bajo control fotoperiódico tanto en bovinos de tipo europeo como en el B. indicus (Fernández, 1981).

La eficiencia reproductiva se ve disminuida cuando el ganado se mantiene bajo condiciones ambientales de alta temperatura y humedad relativa, resultando en bajas tasas de concepción (10-15%) durante los meses del año más estresantes (Thatcher et al., 1988).

Los intervalos entre partos del ganado bovino en el trópico son excesivamente largos, algunas de sus posibles causas son: a) que la vaca no reinicie pronto su actividad ovárica; b) que haya actividad ovárica pero sin claras manifestaciones de estro o que no se detecte adecuadamente; c) que pese a haber ovulación y estro haya fallas de fertilización; d) que pese a haber fertilización, el ambiente uterino no sea favorable para la implantación, etc (Fernández, 1981).

Por la variación anual en la disponibilidad adecuada de forraje y por las lluvias se afecta el intervalo entre partos, y los animales que paren en invierno se encuentran con los intervalos entre parto más largos que aquellos que paren en primavera (Galina y Arthur, 1969).

Román y Flores (1980), encontraron intervalo entre partos de 422 y 451 días, para vacas Holstein y Pardo Suizo respectivamente. Observando que cuando los partos ocurrieron de abril a septiembre (meses más calurosos) hubo una tendencia a un mayor periodo entre el parto y concepción, mayor número de servicios por concepción y un mayor intervalo entre partos.

En una explotación lechera de vacas Holstein se observaron intervalos entre partos de 427 ± 103 días y que éstos intervalos no tienen una distribución normal sino que muy disimétrica con un máximo alrededor de 375 días y un alargamiento hacia los intervalos largos (hasta más de 600 días) (Cervantes et al., 1987). También mencionan una mejor fertilidad en la época seca (de enero a abril), siendo la época húmeda y calurosa muy desfavorable para la reproducción.

Así mismo, Galina et al. (1988), mencionan en su estudio sobre la época de partos, que el mayor porcentaje de estos se presentó en los meses de diciembre (16%), mayo (19%) y junio (16%), no encontrándose partos en el mes de septiembre.

Lozano et al. (1978), encontraron una variabilidad mensual en la fertilidad, con una clara disminución en el porcentaje de concepción durante los meses más calurosos del año, siendo de abril a junio los meses con menor porcentaje de concepción.

En un estudio realizado en el CIEEGT, pese a que los servicios se efectúan durante todo el año, en 1980 el 62% de los partos ocurrió entre enero y mayo, lo que indica una clara estacionalidad en los partos.

ACCION DIRECTA DEL CLIMA

A) Radiación: La cantidad de radiación que llega a la tierra, susceptible de afectar la fisiología de los animales, varía según distintas condiciones, entre las que se encuentran: I) el espesor de la capa atmosférica que los rayos solares tienen que atravesar, variable con la latitud y la altitud; II) la humedad atmosférica; III) la nebulosidad y IV) la polución de la atmósfera (Hafez, 1968; Mc Dowell, 1972).

La radiación puede ser transmitida a los animales de tres formas: a) directamente del sol, parte de la cual es reflejada de acuerdo al color y otras propiedades del pelaje; b) reflejada por las nubes o del polvo de suspensión en la atmósfera, de la cual una parte es reflejada por el animal; y c) la reflejada por el suelo, el agua o los objetos próximos (Hafez, 1968; Mc Dowell, 1972).

B) Calor: Desde el punto de vista ecológico, temperatura y calor son sinónimos, aunque realmente, temperatura es un factor de intensidad y calor es un factor de capacidad, el primero medido en grados térmicos, y el segundo en calorías. Por otra parte, se sabe que el metabolismo animal, es decir, los intercambios celulares de asimilación y desasimilación, aumenta con el incremento de la temperatura ambiental, no siendo iguales las consecuencias si ese incremento se opera a un bajo nivel de la escala termométrica (10°-15°C.), o, por el contrario, a un alto nivel (25°-35°C.) Así, por ejemplo, si un animal

sufre un aumento de temperatura ambiental desde 10° hasta 15°C., su fisiología y su productividad no estarán prácticamente afectadas. Pero si este incremento de 5°C se realiza entre los 30 y 35 °C., las reacciones fisiológicas y sus consecuencias sobre la productividad pueden ser tan graves que pongan en riesgo la salud del animal (Hafez, 1968).

Existe una zona ideal de temperatura ambiente dentro de cuyos límites los animales lecheros no necesitan recurrir a su sistema termorregulador para buscar compensaciones extraordinarias que les permita mantener el equilibrio térmico. Esta zona es la llamada "zona de bienestar", que para las razas europeas se encuentra desde 1° hasta 16°C. y para las razas de tipo tropicales, desde 10° a 27°C (Hafez, 1968).

De acuerdo con estas zonas de bienestar, y teniendo en consideración las variaciones de temperatura diurnas y anuales que se registran en los climas tropicales, es posible pensar que estos lugares podrían ofrecer alternativas de desarrollo para la producción lechera a partir de razas mejoradas y de cruzamientos adecuados, mediante criterios apropiados de producción y productividad que proporcionen a los animales los medios necesarios de defensa contra los efectos climáticos (Hafez, 1968; Shearer *et al.*, 1991; Stermer *et al.*, 1986; Wilks *et al.*, 1990).

Hafez (1968) y Vieira (1965), mencionan que el comportamiento de los animales frente al exceso de temperatura ambiente se designa por "tolerancia al calor", y que varía según la especie, raza, tipos e individuos. Los mismos autores coinciden en que el estudio de la tolerancia es importante al tratar la adaptación de las razas europeas a estas condiciones y al planear los cruzamientos entre las razas mejoradas y otras no mejoradas.

TOLERANCIA AL CALOR

La tolerancia de los animales al calor puede verificarse por varios procedimientos; temperatura rectal, ritmo respiratorio, rumia y hábitos de pastoreo. Todos ellos se traducen en un aumento del calor corporal, determinado por la necesidad fisiológica de liberar al organismo del exceso de calor por medio de los mecanismos más adecuados. La producción de calor en el interior del animal tiene varios orígenes: la digestión, el metabolismo basal y la producción animal (leche, crecimiento, etc.). Además de estas fuentes de calor, que son internas o fisiológicas, el animal puede recibir calor de la radiación solar y del ambiente, cuando la temperatura de este sea más elevada que la del cuerpo. Por otro lado, la pérdida de calor por el animal se hace por tres vías: radiación corporal hacia ambientes más frescos, conductividad y movimiento del aire, y finalmente, evaporación de humedad por la superficie de la piel y de las vías respiratorias. El análisis de todas estas

reacciones es indispensable para el perfecto conocimiento y comprensión de las medidas que deben aconsejarse sobre los métodos de explotación del ganado lechero mejorado en climas cálidos (Hafez, 1968; Vieira, 1965).

A medida que la temperatura se eleva, la vaca experimenta cada vez mayores dificultades para librarse del calor generado por el proceso de su metabolismo, por lo cual se ve obligada a gastar suplementos de energía, incrementando el funcionamiento del corazón y de los pulmones, para exhalar cantidades crecientes de vapor de agua con el objeto de enfriar mejor a su organismo. Si la temperatura ambiental sobrepasa los 25°C., el animal reacciona aumentando su temperatura interna y acompañada de una aceleración de la actividad pulmonar (Leroy, 1973).

a) Temperatura rectal.- La temperatura rectal de los bovinos lecheros es de 38.5°C., cifra que sólo representa una media, puesto que es un dato fisiológico que varía con la raza, la edad, el tipo de alimentación, la excitabilidad, el estado de reposo o de fatiga, y otros muchos factores. Esta temperatura media para ganado de razas europeas se mantiene fisiológicamente normal siempre que la temperatura ambiente sea del orden de 15-16°C; hasta los 21°C de temperatura ambiente, es muy fácil para estos animales librarse del exceso de calor producido por sus funciones o su metabolismo. No sucede lo mismo cuando la temperatura ambiente alcanza valores más elevados. La incomodidad del animal se va acentuando lentamente, desde los 21°C. hasta

los 30°C.; pero entre los 30° y 35°C., esa incomodidad se acentúa violentamente, y el animal pierde todas sus facultades de resistencia y defensa (Dukes, 1981; Kelly, 1976; Kolb, 1976; Vieira, 1965).

b) Ritmo respiratorio.- Esta información tiene un valor y una expresión muy semejante a la temperatura rectal, porque la completa y confirma los datos obtenidos. La aceleración de la respiración es uno de los procesos fisiológicos que el animal utiliza para hacer descender la temperatura interna, merced al vapor de agua eliminado por los pulmones, originando un descenso de la temperatura al nivel de los alveolos pulmonares, que determina el enfriamiento de la sangre. Como la temperatura, el ritmo respiratorio varía de acuerdo a diferentes factores, por término medio puede citarse una gama de variación entre 21 y 27 respiraciones por minuto, que se miden por los movimientos del flanco con el animal en reposo, ya sea en pie o acostado. Este ritmo es susceptible de aumentar considerablemente con motivo de una insolación exagerada, elevándose a 60, 70 y hasta 100 o más movimientos por minuto, y demostrando el animal una ansiedad acompañada de visible cansancio cuando los movimientos respiratorios alcanzan tan grandes aceleraciones (Dukes, 1981; Kelly, 1976; Mc Dowell, 1972; Vieira, 1965).

A partir de los 25°C., el número de respiraciones se duplica por cada alza de 10°C de la temperatura ambiental y cuando ésta se aproxima a la del cuerpo, la saturación del aire en vapor de agua, obliga al animal a ejecutar un trabajo costoso en energía, que no se puede prolongar mucho tiempo sin exponerse a un desenlace fatal (Leroy, 1973).

c) Rumia y hábitos de pastoreo.- Las fuentes de calor interno en el animal son, como sabemos, la digestión, el metabolismo basal y las funciones de producción. Ahora bien, desde el momento en que el animal está sufriendo un excesivo calor, y por la dificultad de librarse de él, debido a que la temperatura interna es superior a la del medio ambiente, sus reacciones tienden, naturalmente a evitar la producción de calor y, por lo tanto, comienzan fisiológicamente a reducir la ingestión de alimentos, la rumia, los movimientos corporales y por último, la producción de leche (Juárez y Román, 1987). Puede establecerse por término medio que un bovino adulto, ingiriendo una ración normal de granos, ensilaje y heno, practica unos 15,000 movimientos de masticación por día, los cuales, junto con los movimientos de la rumia, hacen un total de 25,000 movimientos; ello representa un gasto de energía considerable, con el correspondiente desprendimiento de calor. Un animal que sufre un exceso de calor o manifiesta con relación al mismo una escasa tolerancia, viene obligado a reducir al mínimo dichos movimientos de masticación y de rumia, y hasta suspenderlos por completo, pasando largas horas en casi

absoluta inmovilidad, única forma práctica de reducir la producción de calor. Bajo una temperatura ambiente de 35°C., los movimientos de masticación y de rumia están casi suspendidos (Vieira, 1965).

Estas actitudes del animal conducen indudablemente a ciertos hábitos de pastoreo, cuando los animales están sometidos a un régimen de libertad. En condiciones óptimas de temperatura (15°-16°C.), el animal que dispone de un pasto tierno y de buena calidad podrá comer unos 60 kg; a los 30°C. de temperatura exterior, no conseguirá comer más de la mitad, por muy apetecible que se presente el pasto; y a los 35°C, no comerá más del 10%. En este último caso el animal presenta un elevado grado de ansiedad; sus movimientos a excepción de la respiración aceleradísima están reducidos al mínimo, y su inmovilidad es casi absoluta; muchas veces con la boca abierta y la lengua de fuera, lo que le hace aumentar la superficie de evaporación, contribuyendo a provocar el descenso de su temperatura interna (Vieira, 1965).

VÍAS DE DISIPACIÓN DE CALOR

En el caso de los animales, son cuatro los sistemas de disipación calórica que poseen: radiación, convección y conducción, por una parte; la cuarta forma consiste en la pérdida de calor mediante la evaporación del agua. Por los efectos y consecuencias derivados de estos sistemas de

regulación térmica es conveniente puntualizar algunas consideraciones sobre ellos (Helman, 1983; Riquelme, 1989).

a) La radiación.- es la forma de transferencia del calor por medio de los rayos infrarrojos, que, como se sabe, son los rayos calóricos. Para que se realice este mecanismo es necesario que haya una diferencia entre la temperatura de la piel del animal y del ambiente que lo rodea. También tiene un papel importante la efectividad en la transferencia de calor irradiado, la superficie efectiva que presenta el animal y la superficie de los elementos u objetos receptores. La postura de los animales, según estén estirados o encogidos, hace variar sensiblemente la superficie radiante y regula la importancia de esta fuente de eliminación de calor (Hafez, 1968; Helman, 1983).

b) La convección.- es la emisión de calor, consiste en la transferencia mediante la movilización física de las partículas que rodean al animal. Como, consecuencia de esa movilidad, las moléculas del aire que tocan la superficie de aquel se desplazan, transportando la carga de calor. Por lo que es fácil comprender que su efectividad está en relación directa con la diferencia entre la temperatura de la superficie de la piel del animal y la del aire que la rodea. También tiene importante papel, en esta vía de disipación de calor, el movimiento del aire y la extensión de la superficie convectiva (Hafez, 1968; Mc Dowell, 1972).

c) La conducción.- se entiende como la pérdida de calor transferido por diferencia de temperatura entre dos sistemas vecinos. Este mecanismo cumple importante función en la transmisión del calor desde el interior del organismo hasta la superficie de su piel, dependiendo de su efectividad de la conductividad de los tejidos constitutivos. La conducción al mundo externo se realiza por el apoyo del animal en objetos de menor temperatura y es de escaso valor (Mc Dowell, 1972).

d) Evaporación.- se realiza a partir de la energía térmica que el organismo debe ceder para que se produzca la evaporación del agua. Según se ha demostrado, la transformación de un litro de agua requiere de 580 kilocalorías a la temperatura normal de los animales. Cuando este proceso se cumple sobre la superficie del animal, el paso del agua al estado gaseoso arrastra calorías que sustrae de la carga calórica del animal. El fenómeno de evaporación se produce desde la superficie del animal en las siguientes circunstancias (Heiman, 1983):

1) al pasar el aire espirado por las partes húmedas de las vías respiratorias;

2) por transpiración, es decir, por la actividad de las glándulas sudoríparas;

3) a través de la piel, por difusión de agua desde los tejidos subcutáneos, sin intervención de las glándulas sudoríparas;

4) por evaporación del agua proveniente de lameduras, mojaduras, salpiques, que se deposita sobre la superficie de la piel (esta vía puede ser fortuita o provocada intencionalmente por el animal).

5) por pérdida de saliva, consecuencia del babeo que se produce cuando los animales se hayan muy agitados por el calor.

COMPORTAMIENTO DE LAS CONSTANTES FISIOLÓGICAS

La temperatura corporal depende de la diferencia entre la cantidad de calor producido y la cantidad de calor perdido (González *et al.*, 1986).

Las variaciones en la temperatura rectal y en el ritmo respiratorio han sido empleadas frecuentemente como índice de adaptación fisiológica a medios tropicales. Estos parámetros han sido utilizados en estudios de campo y de laboratorio y por consiguiente se emplearon para obtener índices de tolerancia al calor (Bianca y Findlay, 1965).

La temperatura rectal (T.R.) y la frecuencia respiratoria (F.R.), son variables fisiológicas que en especial se ven afectadas o alteradas ante las reacciones del medio ambiente (Juárez y Román, 1987).

En la Habana Cuba, un trabajo sobre el comportamiento de la tolerancia al calor de novillas Holstein reportó un promedio de 39.4°C, y cuando la temperatura ambiental alcanzó hasta 29.3°C, dichas novillas presentaron una (T.R.) promedio de 39.9°C (Morales y Espinoza, 1978).

Otro estudio realizado sobre el efecto de la radiación solar sobre la (T.R.) y la (F.R.) en vacas Holstein en producción realizado en Cuba, obtuvo un primer tratamiento con sombra artificial una (T.R.) promedio de 39.6°C a las 14:30 hrs. y 39.8°C a las 15:30 hrs., mientras que en un segundo tratamiento sin sombra artificial mostró 39.8°C y 40.7°C respectivamente (Morais y Espinoza, 1978).

Estudios realizados en Veracruz, sobre el crecimiento y respuestas fisiológicas de becerros Holstein en clima tropical húmedo se obtuvo una (T.R.) de 39.1°C (Román y Cabello, 1978).

A continuación se enlistan otros datos mencionados en la literatura sobre temperatura rectal:

González	1966	37.2 - 39.0°C
Kolb	1976	37.5 - 39.5°C
Nussbag	1977	37.5 - 39.5°C
Woodbridge	1981	37.5 - 39.5°C
Fuentes	1986	37.8 - 39.2°C
Kelly	1976	37.8 - 39.2°C
Dukes	1981	38.0 - 39.3°C
Leroy	1973	38.3°C
Hafez	1968	38.5°C
Alexander	1968	38.5 - 39.2°C
Morais y Espinoza	1978	38.5 - 39.0°C
Juárez y Román	1987	39.2°C

La frecuencia respiratoria: (F.R.) es el número de movimientos torácicos (respiratorios) por minuto, en ciclos completos, inspiración y espiración (González et al., 1986.)

En Cuba, estudios sobre el efecto de la radiación solar sobre la (T.R.) y la (F.R.) en vacas Holstein en producción, mencionan que para el primer tratamiento (vacas Holstein con sombra artificial) obtuvieron una (F.R.) de 76/min. a las 14:30 hrs. y a las 15:30 hrs. una (F.R.) de 77/min. El segundo tratamiento consistió en (vacas Holstein bajo los efectos de la radiación solar) en las que se obtuvo una (F.R.) de 72/min. a las 14:30 hrs. (Espinoza y Morais, 1978).

En Veracruz, la respuesta fisiológica del ganado Holstein con y sin sombra durante el verano en clima tropical húmedo, indicó que los resultados de la (F.R.) para la sombra fue de 88/min. (Román, 1978).

Datos citados por otros investigadores indican:

Alexander	1988	10 - 30/min.
González	1986	10 - 30/min.
Kelly	1976	10 - 30/min.
Marek	1973	10 - 40/min.
Kolb	1976	12 - 30/min.
Nusehag	1977	15 - 30/min.
Dukes	1981	18 - 28/min.
Hafoz	1968	20/min.
Leroy	1973	21/min.
Wooldridge	1981	26 - 30/min.
Juárez y Román	1987	53/min.

Frecuencia Cardíaca: (F.C.) es el número de pulsaciones por minuto dado por los movimientos sistólicos, diastólicos y de reposo aurículo-ventricular. En los que se ven influenciados por la edad, sexo, peso, raza, funciones zootécnicas, gestación, producción, medio ambiente, etc (González *et al*, 1986).

La producción de la frecuencia cardíaca y como consecuente del pulso cardíaco responde a la exposición al calor, ya sea que éste aumente o disminuya. La exposición a temperaturas muy altas durante un corto periodo aumenta el número de latidos cardíacos. Este aumento puede ser el resultado de la gran actividad respiratoria. Periodos relativamente largos de exposición al calor, disminuye el ritmo cardíaco (Worstell y Brody, 1953). Esta disminución va asociada con disminuciones en el consumo de alimento y en la producción del calor metabólico y producción de la leche (Bianca y Findlay, 1962).

Algunos rangos citados por investigadores sobre frecuencia cardíaca son:

González -----	1966 -----	40 - 80/min.
Nussbag -----	1977 -----	50 - 70/min.
Kelly -----	1976 -----	55 - 80/min.
Hafez -----	1968 -----	60/min.
Dukes -----	1981 -----	60 - 70/min.
Woodridge -----	1981 -----	60 - 90/min.

El presente trabajo tiene como objetivo proporcionar información del comportamiento del ganado lechero de la raza Holstein en clima tropical seco; la importancia del estudio de la producción, reproducción y las constantes fisiológicas, radica en estimar el grado de adaptación al medio ambiente de las vacas productoras de leche, y para diferenciar de las alteraciones patológicas, ya que la mayor parte de esta información es de procedencia extranjera y originada de climas templados o de trópico húmedo.

HIPOTESIS

El medio ambiente tropical es un factor que influye directamente sobre el comportamiento productivo y fisiológico del ganado Holstein, generando mecanismos de adaptación a este medio.

OBJETIVOS

- 1.- Evaluar el efecto del clima sobre la producción de vacas Holstein considerando el peso vivo y la producción de leche.
- 2.- Determinar el comportamiento reproductivo del ganado Holstein considerando el efecto del clima.
- 3.- Estimar las constantes fisiológicas: frecuencia cardíaca (F.C.), frecuencia respiratoria (F.R.) y temperatura rectal (T.R.) del ganado Holstein en producción en clima de trópico seco.
- 4.- Comparar las variaciones de las constantes fisiológicas según la hora del día (mañana, mediodía y tarde).

MATERIAL Y METODOS

El estudio consistió en analizar la información recabada de junio de 1990 a julio de 1991 sobre los parámetros productivos (producción de leche, peso vivo, estado reproductivo) y las constantes fisiológicas (temperatura rectal, frecuencia cardíaca y frecuencia respiratoria) relacionados con los factores climáticos (temperatura ambiental, humedad relativa y precipitación pluvial).

Los datos provienen de un hato de 54 vacas Holstein las cuales se encuentran en la Posta del Centro de Producción Agropecuaria de la Universidad de Culima, ubicada en el cruce de Tecomán, localizada geográficamente a 18°55' latitud norte y 103°53' longitud oeste; con una altitud de 33 msnm, temperatura media anual de 26°C, con humedad relativa del 65% y con una precipitación media anual de 710 mm, el tipo de clima es Aw, seco cálido, con lluvias en verano y con oscilación isotermal de temperatura (García, 1973).

Las vacas tuvieron diferente número de lactaciones, nivel de lactación y estado reproductivo; fueron alimentadas con base a un pastoreo restringido (nocturno de 6 p.m. a 6 a.m.) en pasto estrella africana (*Cynodon plectostachyus*), en aproximadamente 3 ha., divididas en 6 potreros, manejado en un sistema rotacional con 3-4 días de ocupación y 18-20 días de descanso, con fertilización nitrogenada a razón de 600 kg N/ha/año utilizando sulfato de amonio con (20.5% N) y

100 kg de fósforo 2 veces al año, usando superfosfato de calcio triple (30.5% P) y riego.

Se ordeñaron dos veces al día, actividad en donde se proporcionó un concentrado comercial, quedando posterior al primer ordeño estabulados para su alimentación con ensilado de maíz y agua.

Las variables a medir fueron: producción de leche/vaca/día en kilogramos, con lo cual se estimó la lactancia real y duración de lactancia; peso y determinación del estado reproductivo por medio de palpación rectal una vez al mes; registro de fecha de partos para determinar intervalo entre partos (IEP) y época de partos.

Para el estudio de las constantes fisiológicas se utilizó el 14% del hato en producción, obteniendo la frecuencia cardíaca (F.C.), frecuencia respiratoria (F.R.) y temperatura rectal (T.R.), una vez a la semana en tres distintos horarios (8:00, 13:00 y 18:00 hrs.).

Se utilizó un estetoscopio para medir la FC con duración de un minuto para determinar el número de latidos cardíacos. La FR se midió mediante la observación de los movimientos costo-abdominales o con un estetoscopio, con duración de un minuto. Para medir la TR se utilizó un termómetro de uso veterinario, el cual se mantuvo por un tiempo de dos minutos, cuidando que el extremo del termómetro permaneciera en contacto con la mucosa rectal al momento de la toma.

Los datos sobre temperatura ambiental (T.A.), humedad relativa (H.R.) y precipitación pluvial (P.P.) se obtuvieron de la estación meteorológica de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Colima.

El análisis de la información se realizó utilizando medidas de tendencia central y pruebas de correlación entre las constantes fisiológicas, producción y los factores climáticos. Un análisis de prueba de hipótesis para diferencia de medias con estadística de χ^2 en el caso de presencia de partos y de intervalo entre partos por época y utilización de gráficas en el caso de producción de leche.

RESULTADOS

En el cuadro 1, se muestran los valores del análisis de correlación entre las constantes fisiológicas y los factores ambientales medidos. Demostrando que la temperatura ambiental es de los factores que mayoritariamente influyen en la fisiología del animal y que la humedad relativa y precipitación pluvial son los factores que menos afectan.

Cuadro 1
Valores del Análisis de Correlación para las constantes fisiológicas y los factores ambientales

	Temperatura ambiente (T.A)	Humedad relativa (H.R)	Precipitación pluvial (P.P)
Frecuencia respiratoria (FR)	.67	.37	.36
Frecuencia cardiaca (FC)	.64	.39	.26
Temperatura rectal (TR)	.65	.30	.22

En el Cuadro 2, se muestran los valores del análisis de correlación entre el peso vivo, intervalo entre partos y producción de leche contra los factores ambientales medidos. Se observa que la temperatura es de los factores ambientales que más influyen en la producción del animal, semejante efecto se nota en el comportamiento de las constantes fisiológicas y de menor efecto son la humedad relativa y precipitación pluvial, siendo estos valores de tipo negativo.

Cuadro 2
 Valores del Análisis de Correlación para el peso vivo,
 intervalo entre partos y producción de leche por los
 factores ambientales

	Temperatura ambiente (T.A)	Humedad relativa (H.R)	Precipitación pluvial (P.P)
Peso vivo (PV)	-.46	-.01	-.38
Intervalo entre partos (IEP)	.12	.26	-.19
Producción de leche (PL)	-.80	-.45	-.50

Los resultados del comportamiento productivo en forma mensual, se anotan en el cuadro tres, en cuanto a producción de leche, peso de los animales, reproducción y factores climáticos, en donde el promedio de producción por lactancia fue $2,457 \pm 975.5$ litros con una duración por lactancia de 308 ± 66.7 días, el peso vivo en promedio fue de 416.5 ± 63.8 kg, se registraron un total de 32 partos, evaluándose 27 intervalos entre partos que en promedio tuvieron 412 ± 91.6 días de duración. Este hato compuesto por 54 vacas Holsteín produjo en el año de estudio un total 122,694 kg de leche.

Cuadro 3
Comportamiento productivo y reproductivo de un hato Holstein en el trópico seco

	P.L. (Kg)	P.V. (Kg)	No. Partos	IEP (días)	TA	HR	PP
Julio	7.2	379.0	3	375	29.4	71	0.0
Agoato	7.1	385.0	3	449	29.0	74	3.3
Septiembre	7.4	399.0	2	432	28.9	73	1.9
Octubre	8.3	397.0	4	358	28.2	72	4.8
Noviembre	8.2	387.0	4	378	29.2	63	0.0
Diciembre	8.8	401.0	2	509	27.1	67	0.0
Enero	9.4	406.0	5	373	25.7	68	0.0
Febrero	9.9	413.0	3	343	25.8	64	0.0
Marzo	9.4	435.0	0	-	26.4	68	0.0
Abril	9.9	440.0	3	379	27.0	70	0.0
Mayo	9.9	444.0	2	516	27.9	71	0.0
Junio	9.1	440.0	1	584	29.2	70	0.0
total/año	122,694.1	-	32	-	-	-	-
media	8.9	416.5	3	412	27.8	69	0.8
D.S	3.9	63.8	1	91.6	1.3	3	1.6

PL = Producción de leche en promedio/vaca lactante/día
 PV = Peso vivo
 IEP = Intervalo entre partos
 PP = Precipitación pluvial
 TA = Temperatura ambiental
 HR = Humedad relativa

Se registraron un total de 46 lactancias completas, de las cuales se observó que el 47.9% de los animales superaron los 2,500 kg de leche/lactancia, cuadro 4.

Cuadro 4
Potencial de producción de leche por lactancia de un hato Holstein en el trópico seco.

Producción/lactancia (kg)	No. vacas	Porcentaje
> 3000	13	28.3%
> 2500 a 2999	9	19.6%
> 2000 a 2499	6	13.0%
> 1500 a 1999	11	23.9%
< 1499	7	15.2%

En el cuadro 5, se registra el efecto de los factores climáticos sobre las constantes fisiológicas, en donde el promedio anual de la FR (48 ± 15 resp/min.); FC (76 ± 6 lat/min.); TR ($38.8 \pm 0.3^\circ\text{C.}$) y los factores ambientales, TA ($27.8 \pm 1.3^\circ\text{C.}$); HR (69 ± 3) y PP (0.8 ± 1.6 mm.).

Cuadro 5
Valores de las constantes fisiológicas y factores ambientales en forma mensual.

	FR	FC	TR	TA	HR	PP
Julio	66	86	39.3	29.4	71	0.0
Agosto	71	86	39.1	29.0	74	3.3
Septiembre	68	82	39.1	28.9	73	1.9
Octubre	63	79	38.9	28.2	72	4.8
Noviembre	55	74	38.8	29.2	63	0.0
Diciembre	38	70	38.4	27.1	67	0.0
Enero	31	71	38.6	25.7	68	0.0
Febrero	29	68	38.4	25.8	64	0.0
Marzo	30	68	38.4	26.4	68	0.0
Abril	35	72	38.8	27.0	70	0.0
Mayo	43	79	38.9	27.9	71	0.0
Junio	51	82	38.2	29.2	70	0.0
media	48	76	38.8	27.8	69	0.8
D.S.	15	6	0.3	1.3	3	1.6

Los resultados de los factores climáticos para el año de estudio muestran dos etapas de comportamiento los cuales se anotan en el Cuadro 6; junto con los valores de producción, reproducción y fisiológicos, siendo estas dos fases de diciembre a mayo y de junio a noviembre.

Cuadro 6
Valores del comportamiento bifásico de los factores
climáticos, producción, reproducción y constantes
fisiológicas

	Junio a Noviembre		Diciembre a Mayo	
	Promedio	DST	Promedio	DST
FR*	62.0	7.0	34.0	5.0
FC*	82.0	4.0	71.0	4.0
TR*	39.1	0.2	38.6	0.2
TA	29.0	0.4	26.7	0.8
HR	71.0	4.0	68.0	2.0
PP	1.7	1.9	0.0	0.0
PL~	8.0	3.4	9.6	4.1
PL~	4.9	1.4	7.3	0.5
PESO~	401.6	64.3	430.4	60.1
PARTOS~	2.8	1.2	2.5	1.6
IEP~	419.0	115.4	406.0	70.2

FR = Frecuencia respiratoria TA = Temperatura ambiente
 FC = Frecuencia cardíaca HR = Humedad relativa
 TR = Temperatura rectal PP = Precipitación pluvial
 PL = Producción de leche IEP = Intervalo entre partos
 * = Datos del 14% del hato en estudio
 ~ = Datos de las vacas en lactación
 ^ = Datos de todo el hato

Así mismo, esta tendencia se ilustra en las gráficas 1 a 3; en donde se anotan las medias tanto de los factores fisiológicos (FR, FC y TR) estudiados como de los factores climáticos (TA, HR y PP) en forma semanal.

En el Cuadro 7, se muestran los resultados al aplicar una prueba de Tukey para la diferencia múltiple de medias. En el caso de la frecuencia respiratoria dependiente del horario de muestreo, no se observó diferencia estadística significativa en estas condiciones. Sin embargo para la frecuencia cardíaca y temperatura rectal se establece diferencia estadística por horario de muestreo.

Cuadro 7
Promedios de constantes fisiológicas por horario de muestreo

	8:00	13:00	18:00
Frecuencia respiratoria	44 *	51 *	49 *
Frecuencia cardíaca	73 b	79 a	77 ab
Temperatura rectal	38.71 b	38.9 ab	38.9 a

a, b. Distinta literal estadísticamente significativo
(P<0.05)

* = sin diferencia estadística significativa

Las variaciones en forma semanal por horario de muestreo para cada una de las constantes fisiológicas analizadas se ilustran en las gráficas 4 a 6 respectivamente.

En la gráfica 7 se observa el efecto de la temperatura ambiental sobre la frecuencia respiratoria, en donde en el mes de febrero se indica la época de mayor bienestar para los animales, la cual se ve alterada cuando se compara con los meses de junio a noviembre, siendo estos últimos la época de menor confort, en donde la frecuencia respiratoria llega a elevarse hasta en 1.5 veces más que febrero.

En la gráfica 8 y 9, se muestra el efecto de la temperatura ambiente sobre la frecuencia cardíaca y temperatura rectal, siendo afectada ligeramente la frecuencia cardíaca y manteniéndose dentro de rangos muy estrechos de variación la temperatura corporal. Es decir, en el caso de la FC la variación de los meses de mayor confort comparados con los de condiciones adversas existe una

alteración de 0.26 %, considerando que aumenta 20 latidos cardíacos entre el mes de menor y mayor actividad. En el caso de la TR, esta variación es de 0.023 %, siendo su variación de 0.8 °C entre la mínima y máxima observación mensual.

En cuanto al efecto del clima sobre la producción de leche existe una relación inversa, a medida que aumenta la temperatura ambiente se nota un efecto negativo en la producción láctea, diferenciándose dos épocas, gráfica 10.

DISCUSION

Los resultados obtenidos en los rangos mensuales para la FC= 66-86 pul/min, se encuentran cerca de los límites superiores mencionados por González (1986), Kelly (1976), Nussang (1977), los cuales indican rangos de FC entre 40-80 pul/min y arriba de lo anotado por otros autores en climas templados (Hafez, 1968) 60 pul/min, (Dukes, 1969) 60-70 pul/min y (González et al., 1986) 60 pul/min. Esto se debe por una parte, a que el sistema cardiovascular tiene una respuesta inmediata al estímulo calórico, acelerando su ritmo en tiempos cortos de exposición. Sin embargo, cuando la exposición es permanente estabiliza este mecanismo a condiciones altas de trabajo, como un medio de adaptación y correlacionado altamente con mantener dentro de márgenes muy estrechos la temperatura corporal, actividad complementada con mecanismos adicionales de control, como serian, la disminución del consumo de alimentos, el mayor consumo de agua, variación en el metabolismo.

La media de los resultados en la FR de 48 resp/min., se encuentra por encima de los rangos descritos por distintos autores, entre ellos; (Kelly, 1976) 10-30/min, (Kolb, 1976) 12-30/min, (Nussang, 1977) 15-30/min, (González, et al., 1986) 10-30/min para condiciones de clima templado, los resultados obtenidos en el rango máximo del presente trabajo 71 resp/min, coinciden con lo mencionado para climas tropicales por Espinoza y Morais (1978) quienes mencionan 76 resp/min y ambos son mayores a los publicados por Juárez y

Román (1987) con 53 resp/min, en clima tropical húmedo. La respiración es uno de los principales mecanismos de adaptación de los animales a los medios cálidos condición que se demuestra en el presente trabajo y que se manifiesta en una época de mayor confort entre los meses de diciembre a mayo en los cuales la temperatura ambiente desciende comparada con la otra época que se observa de junio a noviembre, en donde al incrementarse la temperatura ambiental el organismo animal implementa de inmediato sus mecanismos termorreguladores, lo que significa elevación de la frecuencia respiratoria y disipación del calor por medio de evaporación.

Así mismo, los resultados promedio de $TR=38.6^{\circ}C$ con rango de 38.4 a $39.3^{\circ}C$, son similares a los reportados por otros autores en climas tropicales; (Morales y Espinoza, 1978) $39.6^{\circ}C$, (Júarez y Román, 1987) $39.2^{\circ}C$. Sin embargo, la mínima encontrada por este trabajo se encuentra por arriba de la mínima reportada por otros autores en climas templados (González et al., 1986) $37.2^{\circ}C$, (Kelly, 1976) $38.7^{\circ}C$, (Nussbag, 1977) $37.5^{\circ}C$, (Fuentes, 1986) $37.8^{\circ}C$. Estas diferencias aunque notorias no son tan altas considerando que los organismos homeotermos buscan mantener dentro de límites estrechos su temperatura corporal, los cuales implementan sus mecanismos de adaptación para desarrollar sus funciones vitales.

En cuanto a la producción de leche de éste estudio que fue de 8.9 ± 3.9 kg vaca/línea/día, se encuentran dentro de rangos similares obtenidos en el trópico húmedo con producciones de 6 a 9 kg mencionados por (Fernández-Baca et al. 1986; Garza et al., 1981; Moléndez et al., 1980; Rodríguez et al., 1984; Sosa et al., 1987 y Stobb, 1975). Pero no coincide con datos reportados con Amaro et al. (1984) para el estado de Jalisco en donde obtuvieron producciones promedio de 14.96 kg, ni con Hernández et al. (1988), con resultados que van de 10.3 a 14.7 kg de leche/vaca en línea, se considera que las diferencias con respecto a estos últimos autores se debe al nivel de suplementación el cual llegó incluso hasta el 60% de su ración, adicionado al sitio en donde desarrollaron su trabajo el cual se considera como una zona de transición entre clima templado y cálido.

El peso de este hato, 416.5 kg en promedio para el año de estudio, permite determinar, comparándolo con los resultados obtenidos por Rodríguez (1989) de 434 kg y Galina et al. (1988) con peso promedio de 427 kg, que estos resultados son la talla media que se puede encontrar en los hatos en condiciones de clima tropical seco. Es posible pensar que otra manera de adaptarse a condiciones adversas de estrés calórico sea mantener una menor talla corporal, considerando menor consumo de alimento y por lo tanto una menor producción de calor por los procesos de fermentación y digestión de los alimentos.

En cuanto al intervalo entre parto, se observó en este trabajo una duración menor del intervalo (412 días \pm 91.6 días), con respecto a condiciones del trópico en Cuba con valores de 438 días en promedio (García Trujillo y García López, 1990). Mientras que Cervantes *et al.* (1987), reportan IEP de 427 \pm 103 días, diferencia que se debe a que trabajaron con ganado de doble propósito. Así mismo, Román y Flores (1980), encontraron intervalo entre partos de 422 días para vacas Holstein y 451 días para vacas Pardo Suizo. Es evidente que el periodo interpartos es excesivamente largo en estas condiciones, en donde algunas posibles causas que lo provoquen sean; a) el atraso del reinicio de la actividad ovárica; b) actividad ovárica pero sin claras manifestaciones de estro o que no se detecte adecuadamente esta fase; c) Fallas en la fertilización pese a haber ovulación y estro; d) Condiciones inapropiadas en útero para la implantación aunque haya existido la fertilización, todo ello determinado por un desbalance neurohormonal que tuvo como origen un estrés térmico.

Los datos obtenidos según las épocas en las que se dividió el estudio, muestran un menor efecto de la temperatura ambiental para diciembre a mayo en cuanto a las constantes fisiológicas y la producción de leche en la cual se tuvo un promedio de (9.6 kg), mejor a la producción del periodo de junio a noviembre (8.0 kg), esto coincide con lo encontrado por Becerril *et al.* (1981) en donde hallaron una mayor producción de octubre a marzo y menor de abril a

septiembre. Es posible que se deba a un mayor confort en estos meses por disminución de la TA, considerando que es el factor ambiental que más efecto tiene tanto en la producción como en la fisiología de los animales, aunque no se consideran otros posibles efectos que pudieran influir en la producción de leche, como serían; pico de lactancia y número de lactancia.

En cuanto al número de partos por época no se encontró diferencia significativa, con un promedio de 2.5 partos de diciembre a mayo y de 2.8 partos de junio a noviembre. Lo cual no coincide con la revisión hecha por Galina y Arthur (1989), en donde mencionan el trabajo de Escobar et al (1972) quienes encontraron altas incidencias de partos al final del invierno, mientras que Olivera et al (1975) observaron que el 60% de los partos se llevó en la época de secas. Otros autores (Willis y Wilson, 1974; Gauthier y Thimonier, 1984), también citados por Galina y Arthur (1989), indicaron que del 57 al 65% de los partos se llevó a cabo en la primavera y en los inicios del verano (época de lluvias). Así mismo, en el estado de Colima Galina et al (1988), mencionan que el mayor porcentaje de partos se presentó en los meses de diciembre (15%), mayo (19%) y junio (16%), no encontrándose partos en el mes de septiembre. Es posible pensar que el efecto de estacionalidad reproductiva sea menos marcado en el ganado Holstein, teniendo una alimentación y manejo homogéneo a través de todo el año como se registró en el año de estudio del presente trabajo.

En cuanto al comportamiento del intervalo entre partos según la época en que se dividió el estudio, no se encontró diferencia significativa por efecto de la época de parto sobre la duración del IEP, ya que el promedio de diciembre a mayo fue de 419 ± 115 días, y el de junio a noviembre fue de 408 ± 70 días, estos resultados se asemejan a los encontrados por Silva et al. (1990), quienes indicaron IEP de (398 días) en los partos que se presentan en otoño (septiembre a diciembre), pero difieren de los indicados para la primavera en donde indican 511 días, en conjunto serían diferentes con lo mencionado por Silva et al. (1990) debido a la variabilidad que se presenta en su estudio. Así mismo otro estudio, llevado a cabo por Cervantes et al. (1987), observaron una media 427 ± 103 días de IEP, con un mínimo de 375 días en los meses de septiembre a noviembre y un máximo por encima de 600 días de marzo a mayo, esta variabilidad en su interacción se debió a que los datos provenían de ranchos dedicados al doble propósito, manejados en su mayoría en condiciones de temporal y en nuestra observación fue ganado Holstein, manejados con una alimentación más uniforme a través del año.

El grado de correlación entre las constantes fisiológicas y factores climáticos explica en el caso de la temperatura ambiente por arriba del 60%, siendo de menor participación la humedad relativa y la precipitación pluvial en el comportamiento fisiológico de los animales, considerando que intervienen otros factores ligados en forma

directa a las constantes expresadas por los animales, como puede ser la presencia o ausencia de sombra, tipo de sombra, YA sea artificial o natural, hábitos de pastoreo, tipos de alimentación, raza, disponibilidad de agua y nubosidad.

La correlación existente entre los parámetros productivos y reproductivos estudiados y los factores climáticos, explica una correlación negativa de la temperatura ambiental con respecto a la producción de leche (-.80), esto quiere decir que a mayor temperatura el animal va a disminuir su producción debido al estrés térmico. En cuanto a la temperatura ambiental correlacionada con el peso vivo y el intervalo entre partos no se muestra una acción tan marcada sobre estos parámetros. La humedad relativa y la precipitación pluvial no tienen una participación en el comportamiento productivo y reproductivo de los animales en este análisis, considerando que son otros los factores de mayor peso que intervienen en el comportamiento de estos parámetros.

CONCLUSIONES.

- 1.- El promedio de las constantes fisiológicas del presente trabajo son los siguientes: (F.C.)= 76 ± 6 latidos/min; (F.R.)= 48 ± 15 resp/min; y (T.R.)= 38.8 ± 0.3 °C para las condiciones de trópico seco, aunque cabe mencionar la variación existente según la época.
- 2.- Los animales en estudio mostraron una tendencia bifásica de comportamiento a través del año, siendo una fase de Junio a Noviembre y la otra de Diciembre a Mayo.
- 3.- La producción de leche promedio (8.9 kg/vaca/línea/día), el peso vivo (416.5 kg) y el intervalo entre partos (412 días), nos hacen concluir que bajo un adecuado manejo zootécnico se pueden mejorar dentro de ciertos límites las producciones con ganado Holstein en el trópico seco.
- 4.- Es posible obtener producciones por arriba de 2,500 kg/lactancia en el trópico seco (47% del ható).
- 5.- Es importante el implementar manejos zootécnicos según época y horario, para proveer un mayor bienestar a los animales.
- 6.- Se hacen evidentes los efectos desfavorables del clima sobre la fisiología y la producción animal, el cual constituye una de las mayores limitantes para las ganaderías lecheras especializadas, aunque el complejo alimentación-manejo puede ser la herramienta que favorezca un mejor comportamiento de los hatos lecheros en el trópico seco.

LITERATURA CITADA

- Alexander, H. A.: Técnicas quirúrgicas en los animales y temas de terapéutica quirúrgica. Ed. INTERAMERICANA, Méx. D.F. pp. 32 - 43 (1988).
- Alvarez, A.; Hernández, E. y Valencia, M.: Análisis de los parámetros reproductivos y de producción de las razas Holstein, Suizo Pardo y Holstein-Cebú en el Trópico. Memorias VIII Congreso Nacional de Buiatría, México. pp. 63-68 (1982).
- Amaro, R.; Hernández, R.; Rodríguez, F. y Zorrilla, J.: Respuestas al uso de concentrados en la producción de leche con vacas en pastoreo en clima tropical semiseco. Reunión de Investigación Pecuaria en México. pp. 18-20 (1984).
- Becerril, C.; Román, H. y Castillo, H.: Comportamiento productivo de vacas Holstein, Suizo Pardo y sus cruces con cebú F1 en clima tropical. Rec. Pec. Méx. 40:16-24 (1981).
- Bianca, W. y Findlay, H.: Termorregulación en adaptación de los animales domésticos. Ed. HERRERO, Méx. D.F. pp. 182-235 (1962).
- Cervantes, N.; Choisis, J. y Lhoste, P.: Epocas de nacimientos e intervalos entre partos en el trópico seco. (Estado de Colima). Memorias VI Congreso Latinoamericano de Buiatría. XIII Congreso Nacional de Buiatría. México. pp. 72-74 (1987).
- Chico, C. y Shultz, E.: El uso de los recursos tropicales para la alimentación de los bovinos. X Congreso Mundial de Buiatría. México. pp. 606-633 (1978).
- Collier, R. J.: Influencia de la tensión calórica en la producción y salud del ganado lechero. Rev. Mex. Prod. Animal: 13:15-23 (1981).
- Delgado, A.: Algunos factores que afectan el uso eficiente de los pastos para la producción de carne. Rev. Cub. Cienc. Agríc. 11:227-250 (1977).
- Dukes, H.: Fisiología de los animales domésticos. Ed. AGUILAR, España. pp. 134, 230 y 601, (1981).
- Epinoza, M. y Morales, M.: Efecto de la radiación solar sobre la temperatura rectal y la frecuencia respiratoria en vacas Holstein en producción. Congreso Mundial de Buiatría, Méx. D.F. pp. 721-798 (1978).
- FAO.: Informe de la consulta de expertos para el mejoramiento de la eficiencia reproductiva del ganado vacuno en América Latina. Maracay, Venezuela. (1977).

Fernández-Baca, S.: Aspectos de la fisiología de la reproducción del bovino en el trópico. Memorias Producción de leche en el trópico. pp. 1-19 (1981).

Fernández-Baca, S.; de Lucía, G. y Jara, L.: México producción de leche y carne en pastos tropicales, una experiencia en el trópico húmedo. Revista Mundial de Zootecnia. 56: 2-12 (1986).

Fuentes, D.: Físicoquímica para veterinarios. Ed. INTERAMERICANA, Méx. D.F. pp. 19 (1986).

Galaviz, J.; Juárez, F.; Serrano, H.; Lagunes, J.; Barradas, H. y Román, H.: Producción de leche con ganado Suizo Pardo en pastoreo en clima subtropical húmedo Af (c). Reunión de Investigación Pecuaria en México. pp. 801-805 (1983).

Galina, C. and Arthur, G.: Review of cattle reproduction in the tropics. Part 2. Parturition and calving intervals. Animal Breeding Abstracts. 57:(8)679-686 (1989).

Galina, M.; Silva, E. y Palma, J.: Relación entre peso y eficiencia reproductiva en bovinos en el trópico. XI Reunión de ALPA. La Habana, Cuba. RE 57. pp. 135-136 (1988).

García, E.: Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM, México, D.F. (1973).

García, L.: Influencia directa del clima en el comportamiento productivo del ganado bovino. En los pastos de Cuba. Tomo 2. Ed. EDICA, Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. pp. 20-47 (1983).

García-López, R. y García-Trujillo, R.: Uso de la suplementación para vacas lecheras. En producción de leche a base de pastos tropicales. Ed. EDICA. pp. 71-108 (1988).

García-Trujillo, R. y García-López, R.: Bases para la producción de leche. Tomo I Lactancia y reproducción. Ed. EDICA. pp. 107-138 (1990).

Garza, A.; de León, R. y Molina, I.: Avances de la investigación en producción de leche en pastoreo en el trópico de México. Reunión de Investigaciones Pecuarias en México. pp. 358-368 (1981).

González, M.; Posadas, E.; Diguín, A. y Reza, C.: Manual de clínica y propeuéutica bovina. Ed. LIMUSA, Méx. D.F. pp. 54, 56 y 77 (1986).

Hafez, E.: Adaptación de los animales de granja. Ed. HERRERO, Méx. D.F. pp. 194 (1968).

Helman, M.: Ganadería tropical. Ed. ATENED. pp. 19-43 (1983).

Hernández, V.; Eguiarte, V.; Sosa, R. y González, S.: Producción de leche con vacas Holstein en pastoreo. XI Reunión de ALPA. La Habana, Cuba. P.78. pp. 103-104 (1988).

INEGI.: Anuario estadístico del estado de Colima. pp. 6-7 (1988).

Jara, L.;Marín, G.; Fernández-Baca, S.; de Lucía, G. y Escobar, F.: Evaluación de la producción de leche de ganado bovino en pastoreo . VIII Congreso Nacional de Buiatría. pp. 51-55 (1982).

Juárez, F.; Galaviz, R.; Serrano, R; López, r.; Ibarra, H.; García, E.; Gil, L.; Pérez, O.; Paredes, N. y Barrera, E.: Producción de leche con vacas Pardo Suizo en pastoreo con clima subtropical húmedo. Memorias VII Congreso Nacional de Buiatría. México. pp. 69-72 (1982).

Juárez, F. y Román, H.: Respuestas fisiológicas de vacas Holstein nacidas y recién introducidas al trópico. Rec. Pec. Méx. 25 (2):166-177 (1987).

Kelly, R.: Diagnóstico clínico veterinario. Ed. CECSA. pp. 24-38 (1976).

Kolb, E.: Fisiología veterinaria. Ed. ACRIBIA. pp. 595-718 (1976).

Leroy, A.: La vaca lechera. Ed. GEA. PP. 60-70 (1973).

Lozano, F.; Castillo, H. y Román, H.: Resultados de investigación en reproducción con ganado productor de leche en el trópico. XIV Reunión anual sección trópico. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. pp. 63-69 (1978).

Marek, J: Diagnóstico clínico de las enfermedades internas de los animales domésticos. Ed. LABOR, España. pp. 58-168 (1973).

Mc. Dowell, E.: Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales. Ed. ACRIBIA. Zaragoza, España. pp. 90 (1972).

MEBE Colima.: Manual de estadísticas básicas del estado de Colima. Tomo 1. pp. 12. (1981).

Meléndez, F.; González, J. y Pérez, J.: El pasto estrella africana. Colegio Superior de Agricultura Tropical. Boletín CA-7 (1980).

- MIDIA.**: Producción de leche en el trópico americano. Tecnología Avípecuaria. 1 (8): 32-36 (1988).
- Morales, M. y Espinoza, M.: Estudio comparativo de la tolerancia al calor de novillas raza Holstein. Congreso Mundial de Buiatría, Méx. D.F. pp. 406-410 (1978).
- Novoa, A.: Aspectos en la utilización y producción de forrajes en el trópico. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza. Turrialba, Costa Rica. pp. 83-105 (1984).
- Nussbag, W.: Anatomía y fisiología de los animales domésticos. Ed. ACRIBIA, España. pp. 141-159 (1977).
- Palma, J. M.: Producción de leche en el trópico seco utilizando pasto Estrella Africana (Cynodon plectostachyus) o Ensilado de Maíz. Ensayo Global de Alimentación y uso del Método de Investigación por Sistemas. Tesis Maestría. FMVZ-UNAM. (1991).
- Palma, J. M.; Galina, M.; Silva, E. y Rodríguez, J.: Niveles de suplementación en animales lecheros alimentados con pasto estrella o ensilado de maíz en el trópico seco mexicano. XII Reunión del ALPA. Campiñas, SP. Brasil (1990).
- Riquelme, E.: Efectos del clima sobre la eficiencia de utilización del alimento por rumiantes. Avances recientes en la producción animal. Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal. Montecillo, Edo. Mex. pp. 1-36 (1989).
- Rodríguez, J.: Diagnóstico dinámico de un hato de vacas lecheras en el trópico seco. Tesis Licenciatura. FMVZ-Universidad de Guadalajara. (1989).
- Rodríguez, C.; Eguarte, J.; Hernández, R. y Amaro, R.: Evaluación de la producción de leche en pastoreo de zacate estrella en la región sur de Jalisco. Memorias X Congreso Nacional de Buiatría. México. pp. 89-93 (1984).
- Román, H.: Respuestas fisiológicas y hormonales en vacas lecheras con y sin sombra durante el verano en clima subtropical. X Congreso Mundial de Buiatría, Méx. D.F. pp. 112-113 (1978).
- Román, H.: Posibilidades de aumentar la producción de leche en los ranchos con sistemas tradicionales en el trópico. Memorias VIII Congreso Nacional de Buiatría. pp. 56-58 (1982).
- Román, H. y Cabello, F.: Crecimiento y respuestas fisiológicas de becerras Holstein en clima tropical. X Congreso Mundial de Buiatría, Méx. D.F. pp. 184 (1978).

Román, H. y Flores, L.: Comportamiento productivo de vacas Holstein y Pardo Suizo en clima tropical. Rev. Mex. Prod. Animal, 12:51-52 (1980).

Ruiz, M.: Suplementación de vacas lecheras en pastoreo. En aspectos nutricionales en los sistemas de producción bovina en el trópico. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, Turrialba, Costa Rica. Serie materiales de enseñanza No. 15: 110-143 (1982).

SARH.: El estado de Colima satisface los requerimientos de producción agropecuaria. Síntesis-SARH Colima (1988).

SEP.: Guía de planeación y control de las actividades pecuarias. Secretaría de Educación Pública y Fondo de Cultura Económica, México, D.F. pp. 18-42 (1980).

Shearer, J. y Beede, D.: Effects of high environmental temperature on production, reproduction, and health of dairy cattle. Agri-practice 11(5):pp. 6-17 (1990).

Shearer, J.; Beede, D.; Bucklin, R. y Bray, D.: Environmental modifications to reduce heat stress in dairy cattle. Agri-practice 12(4):pp. 7-18. (1991).

Silva, E.; Galina, M. y Palma, J.: Efecto de la época de parto sobre el intervalo entre partos en ganado Holstein en el trópico seco. Memorias Anais da Associação Latino-Americana de Produção Animal, Campinas, Brasil. pp. 170 (1990).

Sosa, R.; Hernández, V.; Eguarte, J.; González, S. y Sepúlveda, S.: Manejo intensivo del pasto estrella africana (Cynodon dactylon) en la producción de leche. Reunión de Investigación Pecuaria. México. pp. 215-216 (1987).

Sterner, R.; Brasington, C.; Coppock, C.; Lanham, J. y Milan, K.: Effect of drinking water temperature on heat stress of dairy cows. J. Dairy Sci. 69:546-551 (1986).

Stobbs, T.: Factors limiting the nutritional value of grazed tropical pastures for beef and milk production. Tropical Grasslands, 12:141-150 (1975).

Stobbs, T. y Thompson, P.: Producción de leche en praderas tropicales. Revista Mundial de Zootecnia, 13:27-31 (1975).

Thatcher, W.; Drost, M. y Putney, J.: Mecanismos asociados con la sobrevivencia embrionaria y estrategias de manejo para mejorar las tasas de concepción. Memorias del Seminario Internacional: La importancia de la nutrición en la reproducción de bovinos. Colegio de postgraduados, Chapingo, México. pp. 1-6 (1980).

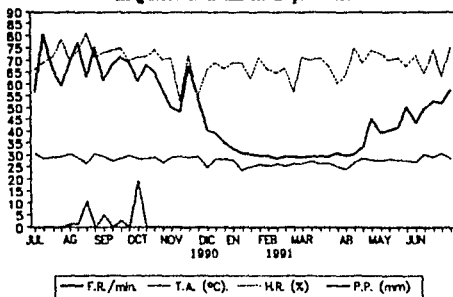
Vieira, A.: Lechería tropical. Ed. UTEHA, Méx. D.F. pp. 34-37 (1985).

Wilks, D.; Coppock, C.; Lanham, J.; Brooks, K.; Baker, C. y Bryson, W.: Responses of lactating Holstein cows to chilled drinking water in high ambient temperatures. *J. Dairy Sci.* 73:1091-1099 (1990).

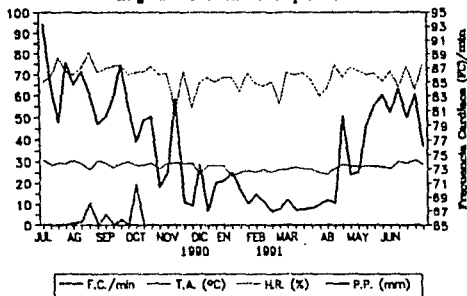
Wooldrige, R.: Enfermedades de los animales domésticos. Ed. Continental. pp. 44 (1981).

Worstell, J. y Brody, S.: Termorregulación en adaptación de los animales domésticos. Ed. HERRERO, Méx. D.F. pp. 184 (1953).

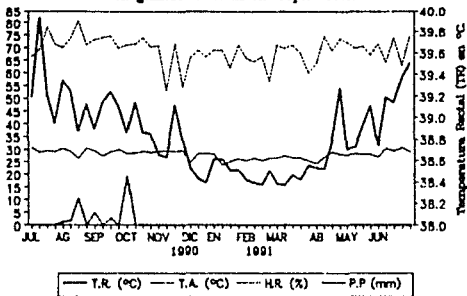
Gráfica 1. Efecto del clima sobre la FR en ganado Holstein en trópico seco.



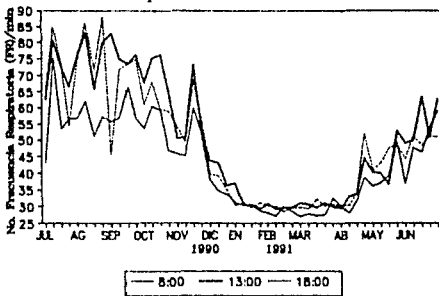
Gráfica 2. Efecto del clima sobre la FC en ganado Holstein en trópico seco



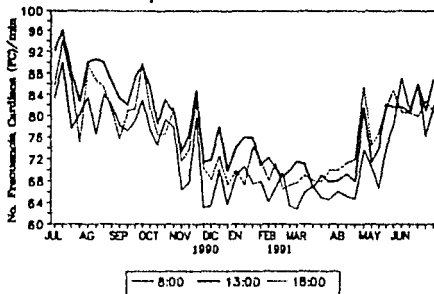
Gráfica 3. Efecto del clima sobre la TR en ganado Holstein en trópico seco.



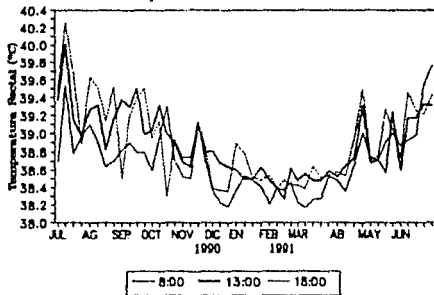
Gráfica 4. Evaluación semanal de P.R. por horario de muestreo



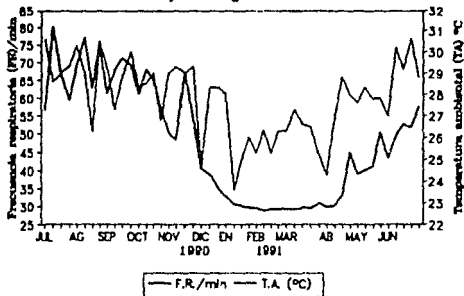
Gráfica 5. Evaluación semanal de F.C.
por horario de muestreo



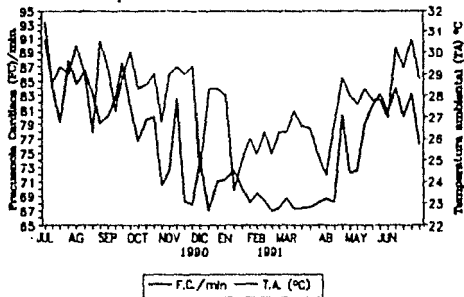
Gráfica 6. Evaluación semanal de T.R.
por horario de muestreo



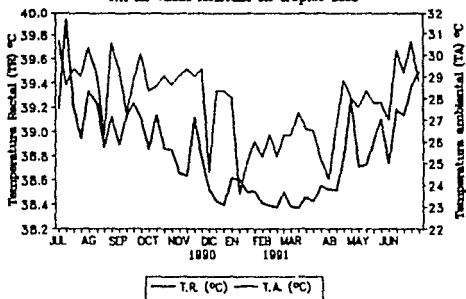
Gráfica 7. Evaluación promedio semanal de FR y TA en ganado Holstein



Gráfica 8. Evaluación semanal de F.C. y temperatura ambiental en vacas Holstein



Gráfica 9. Evaluación semanal de T.R. y T.A. en vacas Holstein en trópico seco



Gráfica 10. Efecto del clima sobre la producción de leche en el trópico seco

