

11663  
2es.  
3

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
"CUAUTITLAN"

RESPUESTAS FISIOLÓGICAS Y REPRODUCTIVAS  
EN BORREGAS TABASCO O PELIBUEY CON  
Y SIN SOMBRA EN CLIMA TROPICAL

T E S I S

Presentada como requisito parcial para obtener el grado de  
MAESTRO EN CIENCIAS  
área REPRODUCCION ANIMAL

A u t o r:

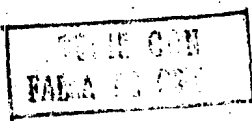
FRANCISCO JAVIER PADILLA RAMIREZ

A s e s o r e s:

HERIBERTO ROMAN PONCE; MVZ, MSc. PhD.

CARLOS VASQUEZ PELAEZ; BIOL. MSc. PhD.

México, D. F.



1987



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

# I N D I C E   G E N E R A L

Página

I.	INTRODUCCION.....	1
II.	OBJETIVOS .....	2
III.	REVISION DE LITERATURA .....	2
	3.1. TERMORREGULACION.....	2
	3.1.1. ZONA DE TERMONEUTRALIDAD .....	3
	3.2. PROCESOS FISICOS DE INTERCAMBIO CALORICO .....	3
	3.2.1. CONDUCCION.....	4
	3.2.2. CONVECCION .....	5
	3.2.3. RADIACION .....	5
	3.2.4. EVAPORACION .....	8
	3.3. MECANISMOS FISIOLÓGICOS DE INTERCAMBIO CALORICO 10	10
	3.3.1. SISTEMA CARDIOVASCULAR.....	10
	3.3.2. EQUILIBRIO DE FLUIDOS .....	11
	3.3.3. RESPIRACION .....	12
	3.3.4. NUTRICION .....	13
	3.3.5. SISTEMA ENDOCRINO .....	15
	3.3.6. COMPORTAMIENTO ANIMAL .....	18
	3.3.7. BALANCE HIDRICO .....	19
	3.3.8. TEMPERATURA CORPORAL .....	19
	3.4. ASOCIACION DE LOS ELEMENTOS CLIMATICOS AMBIENTALES CON LOS PROCESOS REPRODUCTIVOS .....	21
	3.4.1. PRINCIPALES ELEMENTOS CLIMATICOS RELACIONADOS CON LA REPRODUCCION.....	21
	3.4.2. TEMPERATURA AMBIENTAL.....	21
	3.4.3. HUMEDAD ATMOSFERICA .....	23
	3.4.4. RADIACION SOLAR .....	25
	3.4.5. MOVIMIENTO DEL AIRE .....	27
	3.4.6. LLUVIA .....	29
	3.4.7. LUZ .....	30
	3.4.8. INDICES CLIMATICOS .....	31
	3.5. INFLUENCIA DEL ESTRES TERMICO SOBRE LOS PROCESOS REPRODUCTIVOS DE LA HEMBRA .....	33

3.5.1.	INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA SOBRE EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO ....	33
3.5.2.	INFLUENCIA DEL ESTRES TERMICO SOBRE EL BALANCE ENDOCRINO .....	38
3.6.	PROCESO REPRODUCTIVO EN LA OVEJA .....	46
3.6.1.	ASPECTOS GENERALES.....	46
3.6.2.	DESCRIPCIÓN DEL CICLO ESTRAL DE LA OVEJA .....	47
3.6.3.	CONTROL NEUROENDOCRINO DEL CICLO ESTRAL .....	47
3.6.4.	PERFILES HORMONALES DURANTE EL CICLO ESTRAL .....	48
3.6.4.1.	FACTOR LIBERADOR DE LAS GONADOTROPINAS (GnRH) .....	48
3.6.4.2.	HORMONA LUTEINIZANTE Y FOLICULO ESTIMULANTE .....	51
3.6.4.3.	HORMONAS ESTEROIDES: PROGESTERONA Y ESTRADIOL $17\beta$ .....	55
3.6.4.4.	NIVELES DE PROSTAGLANDINA $F_2\alpha$ ..	57
3.7.	COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE LA OVEJA PELIBUEY	60
IV.	MATERIAL Y MÉTODOS .....	64
4.1.	LOCALIZACIÓN Y ANIMALES EXPERIMENTALES ....	64
4.2.	DATOS CLIMATOLOGICOS .....	65
4.3.	RESPUESTAS FISIOLÓGICAS .....	66
4.4.	COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO .....	67
4.5.	RESPUESTAS HORMONALES .....	67
4.6.	METODOLOGIA PARA LAS DETERMINACIONES HORMONALES .....	68
4.6.1.	ANÁLISIS DE PROGESTERONA .....	68
4.6.2.	ANÁLISIS DE LH .....	70
4.6.3.	LH PARA IODACION .....	70
4.6.4.	PREPARACION DE LA COLUMNA PARA IODACION .....	70
4.6.5.	IODACION .....	71

	<u>Página</u>
4.6.6. LH PARA ESTANDAR Y PREPARACION DE LA CURVA ESTANDAR .....	71
4.6.7. MONTAJE DEL RADIOINMUNOENSAYO (LH-RIA)	72
4.7. ANALISIS ESTADISTICO .....	73
V. RESULTADOS Y DISCUSION .....	75
5.1. MEDIO AMBIENTE CLIMATICO .....	75
5.2. RESPUESTAS FISIOLÓGICAS .....	77
5.3. COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO .....	82
5.4. PERFILES HORMONALES DURANTE EL CICLO ESTRAL.	89
5.4.1. PERFILES DE PROGESTERONA .....	89
5.4.2. PERFILES DE HORMONA LÚTEINIZANTE ....	92
5.4.3. INTERRELACION HORMONAL DURANTE EL CI- CLO ESTRAL .....	94
VI. CONCLUSIONES .....	96
VII. LITERATURA CITADA .....	124

INDICE DE CUADROS

Página

Cuadro 1	FORMULA DEL CONCENTRADO .....	98
Cuadro 2	PORCENTAJE DE REACCION CRUZADA DEL ANTICUERPO CONTRA PROGESTERONA (MSU # 74) UTILIZADO EN ESTE ESTUDIO .....	99
Cuadro 3	MEDIAS MINIMO CUADRATICAS DE LAS VARIABLES-CLIMATICAS: TEMPERATURA MAXIMA (TMAX), TEMPERATURA MINIMA (TMIN), TEMPERATURA DE PUNTO DE ROCIO (TPR) Y HUMEDAD RELATIVA (HR), - EN LAS AREAS CON SOMBRA (CS) Y SIN SOMBRA-- (SS) EN DOS EPOCAS DEL AÑO EN CLIMA TROPICAL .....	100
Cuadro 4	MEDIAS MINIMO CUADRATICAS DE LOS INDICES CLIMATICOS: TEMPERATURA DE BOLA NEGRA (TBN), - TEMPERATURA MAXIMA-HUMEDAD (ITH1), TEMPERATURA MINIMA HUMEDAD (ITH <sup>1</sup> ) Y LA TEMPERATURA DE BOLA NEGRA HUMEDAD (BGHI), EN LAS AREAS-CON SOMBRA (CS) Y SIN SOMBRA (SS) EN DOS -- EPOCAS DEL AÑO EN CLIMA TROPICAL .....	101
Cuadro 5	ANALISIS DE VARIANZA DE LAS RESPUESTAS FISIOLÓGICAS: TEMPERATURA RECTAL (TR), FRECUENCIA RESPIRATORIA (FR) Y GANANCIA DIARIA PROMEDIO (GDP) EN BORREGAS TABASCO O PELIBUEY-- CON Y SIN SOMBRA EN DOS EPOCAS DEL AÑO .....	102
CUADRO 6	MEDIAS MINIMO CUADRATICAS DE LAS RESPUESTAS-FISIOLÓGICAS: TEMPERATURA RECTAL (TR), FRECUENCIA RESPIRATORIA (FR) Y GANANCIA DIARIA-PROMEDIO (GDP) EN BORREGAS TABASCO CON SOMBRA (CS) Y SIN SOMBRA (SS) EN DOS EPOCAS DEL AÑO .....	103
CUADRO 7	ANALISIS DE VARIANZA DE LOS PARAMETROS REPRODUCTIVOS: INTERVALO PARTO-PRIMER CALOR (IPPC), DURACION DEL CELO A (DCA), DURACION DEL CELO B (DCB), DURACION DEL CICLO ESTRAL (DC) Y EL	

	INTERVALO PARTO CONCEPCION (IPC) DE LAS BO RREGAS TABASCO CON Y SIN SOMBRA EN DOS EPO CAS DEL AÑO .....	104
CUADRO 8	MEDIAS MINIMO CUADRATICAS DE LOS PARAMETROS REPRODUCTIVOS: INTERVALO PARTO-PRIMER CALOR (IPPC), DURACION DEL CELO A (DCA), DURACION DEL CICLO ESTRAL (DC), INTERVALO PARTO-CON- CEPCION (IPC), DE LAS BORREGAS TABASCO CON- Y SIN SOMBRA EN DOS EPOCAS DEL AÑO .....	105
CUADRO 9	ANALISIS DE VARIANZA DE LAS CARACTERISTICAS REPRODUCTIVAS AL PARTO: PESO AL PARTO (PP), PESO DE LA PLACENTA (PPL) NUMERO DE COTILE- DONES (NCOT) Y PESO DE LOS COTILEDONES (P-- COT) DE LAS BORREGAS TABASCO CON Y SIN SOM- BRA EN DOS EPOCAS DEL AÑO .....	106
CUADRO 10	MEDIAS MINIMO CUADRATICAS DE LAS CARACTERIS TICAS REPRODUCTIVAS AL PARTO: PESO AL PARTO (PP), PESO DE LA PLACENTA (PPL), NUMERO DE- COTILEDONES (NCOT) Y PESO DE COTILEDONES -- (PCOT) DE LAS BORREGAS TABASCO CON Y SIN -- SOMBRA EN DOS EPOCAS DEL AÑO .....	107
CUADRO 11	ANALISIS DE VARIANZA DEL PESO AL NACER DE-- LOS CORDEROS (PCN) Y KILOGRAMOS PARIDOS (KP) DE LAS BORREGAS TABASCO O PELIBUEY CON Y -- SIN SOMBRA EN DOS EPOCAS DEL AÑO .....	108
CUADRO 12	MEDIAS MINIMO CUADRATICAS DEL PESO AL NACER (PCN) DE LOS CORDEROS Y KILOS PARIDOS (KP)- DE LAS BORREGAS TABASCO O PELIBUEY CON Y -- SIN SOMBRA EN DOS EPOCAS DEL AÑO.....	109
CUADRO 13	ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS NIVELES DE -- PROGESTERONA ( $P_4$ ) DURANTE EL CICLO ESTRAL-- EN BORREGAS TABASCO CON Y SIN SOMBRA EN DOS EPOCAS DEL AÑO .....	110

CUADRO 14	VALORES MINIMOS CUADRATICOS DE LOS NIVELES PLASMATICOS DE PROGESTERONA ( $P_4$ ) EN BORREGAS TABASCO CON SOMBRA (CS) Y SIN-SOMBRA (SS) EN DOS EPOCAS DEL AÑO.....	111
CUADRO 15	VALORES MINIMO CUADRATICOS DE LOS NIVELES PLASMATICOS DE PROGESTERONA ( $P_4$ ) DURANTE EL CICLO ESTRAL EN BORREGAS TABASCO CON Y SIN SOMBRA EN DOS EPOCAS DEL--AÑO .....	112
CUADRO 16	ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS NIVELES DE LA HORMONA LUTEINIZANTE DURANTE EL CICLO ESTRAL EN BORREGAS TABASCO CON Y SIN SOMBRA EN DOS EPOCAS DEL AÑO .....	113
CUADRO 17	VALORES MINIMO CUADRATICOS DE LOS NIVELES PLASMATICOS DE HORMONA LUTEINIZANTE DURANTE EL CICLO ESTRAL EN BORREGAS TABASCO --CCN Y SIN SOMBRA EN DOS EPOCAS DEL AÑO...	114
CUADRO 18	ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS NIVELES PREOVULATORIOS DE LA HORMONA LUTEINIZANTE EN BORREGAS TABASCO CCN Y SIN SOMBRA EN DOS-EPOCAS DEL AÑO.....	115
CUADRO 19	INTERVALO ENTRE EL INICIO DEL ESTRO Y EL-PICO DE LA HORMONA LUTEINIZANTE (LH) EN--BORREGAS TABASCO CON SOMBRA (CS) Y SIN --SOMBRA (SS) EN DOS EPOCAS DEL AÑO; CALIDA (EC) Y FRIA (EF) .....	116



## INDICE DE GRAFICAS

	Página
GRAFICA 1 FRECUENCIA RESPIRATORIA (FR) EN RELACION CON LA TEMPERATURA MAXIMA (TMAX) Y LA -- TEMPERATURA DE BOLA NEGRA (TBN) .....	117
GRAFICA 2 TEMPERATURA RECTAL (TR) EN RELACION CON LA TEMPERATURA MAXIMA (TMAX) Y LA TEMPERATURA DE PUNTO DE ROCIO (TPR) .....	118
GRAFICA 3 NIVELES DE PROGESTERONA (P <sub>4</sub> ) DURANTE EL CICLO ESTRAL DE LAS BORREGAS TABASCO EN DOS EPOCAS DEL AÑO .....	119
GRAFICA 4 NIVELES PLASMATICOS DE PROGESTERONA DURANTE EL CICLO ESTRAL EN LAS BORREGAS TABASCO CON SOMBRA Y SIN SOMBRA EN DOS EPOCAS DEL AÑO .....	120
GRAFICA 5 NIVELES PREOVULATORIOS DE HORMONA LUTEINIZANTE EN BORREGAS TABASCO CON SOMBRA-- (CS) Y SIN SOMBRA (SS) EN CLIMA TROPICAL	121
GRAFICA 6 NIVELES PREOVULATORIOS DE HORMONA LUTEINIZANTE EN BORREGAS TABASCO DURANTE LA EPOCA CALIDA (EC) Y LA EPOCA FRIA (EF) - EN CLIMA TROPICAL .....	122
GRAFICA 7 CONCENTRACION MEDIA EN PLASMA DE HORMONA LUTEINIZANTE (●-----●) Y PROGESTERONA-- (▲-----▲) DURANTE EL CICLO ESTRAL EN BORREGAS TABASCO .....	123

## R E S U M E N

El presente estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental Pecuario "La Posta" de Paso del Toro (CEPP), ubicado en el Municipio de Medellín, Veracruz. El CEPP está situado geográficamente a 15°16' longitud Oeste. El clima de la región es caliente subhúmedo Aw, con temperatura promedio de 25 C, la humedad relativa de 77.4% y la precipitación pluvial anual de 1208 mm. El objetivo fue evaluar el efecto del medio ambiente climático sobre el comportamiento reproductivo, respuestas fisiológicas y niveles hormonales a través del ciclo estral en borregas Tabasco Pelibuey con sombra (CS) y sin sombra (SS) en dos estaciones del año; cálida (EC) y fría (EF). Se utilizaron 70 borregas con 30 días posparto las cuales se distribuyeron al azar en los tratamientos (CS n=37 y SS n=33). El manejo y alimentación fue similar en ambos tratamientos y épocas. Las variables y los índices climáticos fueron estadísticamente mayores ( $P < 0.01$ ) en la EC y el tratamiento SS. Se determinó que la frecuencia respiratoria (FR) y la temperatura rectal (TR) fueron mayores ( $P < 0.01$ ) en las borregas SS y en la EC. La temperatura máxima (TMAX) y la temperatura de bola negra (TBN) en su forma cúbica y lineal explicaron significativamente ( $P < 0.01$ ) la variación de la FR. Mientras que la TMAX y temperatura de punto de rocío en la forma cuadrática y cúbica respectivamente, fueron las variables que mejor explicaron la TR. El intervalo parto-concepción fue mayor ( $P < 0.05$ ) en las borregas del tratamiento SS que las que estuvieron CS. El peso de los corderos al nacimiento fue menor ( $P < 0.10$ ) en que los procedentes de borregas CS. El promedio de la concentración plasmática de progesterona ( $P_4$ ) durante el ciclo estral de las borregas en la EF fue mayor ( $P < 0.01$ ) que en la EC 2.02 vs 1.30 ng/ml. Mientras que la concentración de  $P_4$  en las borregas de los tratamientos CS y SS, fue similar ( $P > 0.05$ ). Los valores promedio de la concentración plasmática de la hormona luteinizante (LH) fueron similares ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos y entre épocas. Se observaron niveles de LH mayores

( $P < 0.01$ ) en el día 17 comparándolos con los demás días del ciclo estral. La hora de muestreo tuvo un efecto significativo ( $P < 0.01$ ) en su forma cuadrática sobre los niveles preovulatorios de LH. El intervalo inicio del estro pico de LH fue similar en las borregas de ambos tratamientos y las dos épocas, tuvo una duración de 11 h.

## I. INTRODUCCION

La necesidad de aumentar la producción de alimentos de origen animal es cada día mayor. Esto se debe principalmente al acelerado crecimiento demográfico a nivel mundial. Por otro lado, no se ha realizado una explotación adecuada del potencial para la producción de leche y carne que representan las zonas tropicales. Una de las limitantes de mayor importancia es el efecto detrimental del clima que prevalece en estas zonas sobre la productividad animal. En especial sobre la capacidad productiva y reproductiva de los animales domésticos, (Thatcher, 1974; Buffington et al., 1981). Está bien documentado en la literatura que algunos factores climáticos, como son los altos índices de temperatura ambiental, la humedad relativa y la radiación solar, entre otros, se relacionan con el comportamiento reproductivo, algunas respuestas fisiológicas, además de alterar el balance hormonal del animal, (Thacher et al., 1986).

El efecto detrimental que ejerce el "estrés" térmico por el calor sobre la eficiencia reproductiva ha sido mostrado, sin embargo, los resultados no son consistentes; esto puede ser debido a diferencias en las condiciones experimentales tales como: cámaras climáticas o condiciones naturales, intensidad y duración del estrés térmico, diseño experimental, procedimientos de análisis hormonal, sensibilidad de los mismos -- así como la aclimatación o adaptación previa de los animales.

El borrego tabasco pelibuey es un animal adaptado al trópico y del que existe una amplia información relacionada a su comportamiento reproductivo (Castillo et al., 1974; Valencia, Castillo y Berruecos 1975). Sin embargo, estos trabajos han sido descriptivos y se han realizado en una determinada época del año. Por otro lado los trabajos que se han realizado para conocer el estrés térmico por calor sobre el comportamiento reproductivo y algunos perfiles hormonales han sido en ganado de tipo lanar y en cámaras climáticas.

Debido a lo anterior se considera necesario conocer como afectan las condiciones naturales de estrés climático a la eficiencia reproductiva de las borregas tabasco mantenidas en clima tropical.

## II. OBJETIVOS

- 1.- Evaluar el comportamiento reproductivo y algunas respuestas fisiológicas en borregas tabasco pelibuey con y sin acceso a la sombra en dos épocas del año en clima tropical.
- 2.- Conocer el patrón de progesterona y hormona luteinizante a través del ciclo estral en borregas con y sin acceso a la sombra en dos épocas del año en clima tropical.

## III. REVISION DE LITERATURA

### 3.1. TERMORREGULACION

La mayoría de los animales domésticos pertenecen al subgrupo de los vertebrados homeotérmicos que tienen la capacidad de mantener su temperatura corporal central dentro de un rango reducido. Esta capacidad se logra a través del mecanismo de termorregulación voluntaria (ej. comportamiento) o involuntaria. En los organismos homeotérmicos se da mayor prioridad a la termorregulación sobre cualquiera de las otras funciones productivas, tales como la lactación, el crecimiento y la reproducción. Estos organismos pueden permanecer y desarrollarse bajo un rango de temperaturas ambientales tanto en frío como en calor que les permite resistir sin cambios significativos en el metabolismo basal. Este rango es denominado la zona de termoneutralidad la cual está limitada por las temperaturas críticas altas y bajas. Dentro de ésta zona, ajustes tales como distribución vascular, pelaje o comportamiento han sido usados con éxito para mantener la homeotermia. Las -

funciones reproductivas de los animales domésticos no se ven disminuidas por las temperaturas ambientales dentro de esta zona. Conforme se excede la temperatura crítica, los ajustes fisiológicos y metabólicos necesarios para mantener la temperatura corporal son cada vez más perniciosos para las funciones productivas (Thatcher y Collier, 1983).

3.1.1. Zona de Termoneutralidad.- Esta zona es la temperatura ambiental en la cual el calor o el frío del cuerpo no interfieren en los procesos fisiológicos del animal (Folk 1974). Por otro lado existe otro concepto utilizado para definir la zona de termoneutralidad "temperatura del aire crítica" y se define como la temperatura ambiente mínima en la cual los mamíferos y aves pueden mantener su temperatura corporal en la tasa metabólica basal (Fanger 1967). Dentro de la zona de termoneutralidad casi todo el proceso de termorregulación de los animales homeotermos se lleva a cabo por mecanismos físicos o fisiológicos. Los mecanismos fisiológicos comprenden cambios vasculares y metabólicos. Por su parte los mecanismos físicos envuelven la activación involuntaria de los reflejos somáticos y ajustes en el comportamiento voluntario (Barnet, 1964; - - Mcfarlane, 1968).

### 3.2. PROCESOS FISICOS DE INTERCAMBIO CALORICO.

Los procesos físicos responsables del intercambio de calor entre el cuerpo del animal y su medio ambiente son la conducción, la evaporación, la convección y la radiación. Conducción es el pasaje de energía calórica de partícula a partícula y es debida a un gradiente de temperatura. La evaporación es la vaporización del agua a través de la superficie corporal y tracto respiratorio. Convección es la transferencia de energía calórica por la circulación de un fluido o gas a una temperatura no uniforme. Radiación es definida como la transferencia de energía en un espacio determinado sin calentar el espacio por el cual éste pasó (Gates, 1980).

En relación al medio ambiente cálido lo que mas importa es la energía radiante procedente del sol o del suelo. Cada uno de los cuatro procesos físicos anteriores tienen una contraparte climática; así pues se tiene temperatura, humedad, movimiento del aire y energía radiante. Dentro del rango de confort para los animales, alrededor del 75% de la pérdida de calor corporal es disipado por conducción, convección y radiación; pero a temperaturas altas, la evaporación por sí sola parece ser la principal vía de pérdida de calor (Mc Dowell, - 1972).

3.2.1. Conducción.- La conducción juega dos papeles importantes en la regulación calórica de los animales: el primero es el movimiento del calor desde la parte central del cuerpo -- hacia la superficie externa, y el segundo el flujo del calor de la superficie de la piel hacia su alrededor. Si un animal permanece quieto en un medio ambiente entre 13 y 18 C, el calor que produce el cuerpo es moderado. El calor pasa de la -- parte central del cuerpo hacia la superficie externa. Entonces la piel pasa el calor hacia el ambiente y esta tasa de pasaje va a depender del gradiente de temperatura de la cubierta de pelo. (Kelly y Bond, 1971).

En respuesta a las altas temperaturas, el animal frecuentemente trata de poner en contacto su cuerpo con superficies frías por ejemplo la inmersión en agua. La cantidad de pérdida de calor en estos casos va a depender de la diferencia de temperaturas entre ambas superficies, (Mc Dowell, 1972). Por otro lado Kelly y Bond (1971) describen la transferencia de calor por conducción ( $q_k$ ) al estado de equilibrio, como : --  $q_k = UA (T_{ab} - T_s)$  donde: U= coeficiente de conducción total; -- A= Area;  $T_{ab}$ = Temperatura interna del animal;  $T_s$ = Temperatura de la superficie del mismo. Además Hammel (1955) señala que -- el calor puede ser transferido a través del pelaje por a).- conducción a lo largo de las fibras individuales; b).- Conducción a través del aire y el vapor atrapado en el pelaje.

3.2.2. Convección.- La convección lleva a cabo el intercambio de calor interno y externamente. Internamente por la - - - - circulación sanguínea y externamente por el grado de corriente del aire. La pequeña capa de aire que está en contacto íntimo con la piel se pone en equilibrio con la temperatura de la misma (Mc Dowell 1972). El proceso de convección envuelve el intercambio vertical de masas de aire, y solamente puede - ocurrir en líquidos y gases. El calor es transferido desde -- una superficie hacia un fluido a una tasa proporcional al área de la superficie y a la diferencia de temperatura entre - la superficie y el fluido (Oke, 1978). Cuando un objeto está - más caliente o más frío que el fluido a sus alrededores como un resultado de la diferencia en temperaturas, los flujos de calor entre el cuerpo y el fluido producen un cambio en la - densidad del fluido en la vecindad de la superficie a éste - fenómeno se le conoce como convección libre (Gates, 1980). Mitchel (1976) desarrolló una ecuación para predecir la transferencia de calor por convección en los animales. Esta se basa en la ecuación de convección para una esfera y emplea una única característica dimensional para representar al animal, - que es la raíz cúbica del volumen del animal.

Pearman et al., (1972) determinaron que la turbulencia - aumenta el coeficiente de transferencia de calor. La explicación se basa en que la longitud de mezcla turbulenta, una medida del tamaño de los remolinos de turbulencia, se incrementan linealmente con la distancia sobre la superficie.

3.2.3. Radiación.- Probablemente la forma mas importante para ayudar a un animal a mantener su balance calórico en un clima cálido es a través de proporcionarle algún control para protegerse de la radiación térmica. Así pues, este proceso toma mucha importancia dentro del complejo de intercambio calórico entre el animal y el medio ambiente (Mc Dowell, 1972). La radiación se define como la pérdida de calor por medio de ondas infrarojas electro-magnéticas. La frecuencia de rayos infrarojos es ligeramente menor que los rojos visibles, y la energía



radiante proveniente de la piel de los mamíferos varía en la longitud de onda de 5 a 20 micras. Por lo tanto la radiación no calienta el aire a través del cual pasa.

La cantidad de calor ganado o perdido por medio de la radiación depende no solamente de la temperatura de un objeto, - sino que también influye su color y textura; así pues un color oscuro con superficie áspera radia mas rápido en comparación con superficies claras y suaves. (Monteith, 1973; Mount, 1978).

La cantidad de radiación absorvida por un animal depende de: 1.- Los flujos de radiación incidentes; 2.- La absorptancia media de la superficie del animal a los flujos incidentes. - 3.- Las características geométricas del animal. Los flujos de radiación incidentes pueden alcanzar la superficie del animal desde todos los hemisferios y esta podrá ser de onda corta y onda larga (Gates, 1980).

Kelly et al., (1954) señalan que un animal debajo de un cobertizo recibe radiación de cinco fuentes de intensidad variable. 1.- Del piso sombreado (frío); 2.- Del piso soleado (caliente) 3.- Del horizonte (desde la superficie hasta una elevación de  $10^\circ$ ); 4.- Del cielo; 5.- Del techo caliente que le sirve de - sombreado.

La absorptancia (fracción de la radiación incidente absorvida por la superficie de un animal) tomada como un todo, -- varía según la clase de radiación. Para la radiación de onda larga es cercana a la unidad, dependiendo de varias características de la superficie (color, textura, etc.) y también -- del ángulo incidente (McDowell, 1972).

Mount (1978), menciona que la radiación solar es una fente externa de calor que es absorvida y reflejada, así penetra el vellón y la piel en varios grados, y que la eficiencia de radiación solar absorvida para calentar el organismo, está --

dada por el cociente entre la aislación del aire y la aislación externa. Cena (1974), concluye que la reflectividad del pelaje (principalmente a la onda corta) es un factor importante en la determinación de la carga calórica. Aunque un pelaje claro es más reflectivo que uno oscuro; la piel del primero - capta mayor cantidad de radiación, y la profundidad de penetración depende de la velocidad del viento y del color del tegumento (Monteith, 1973). Con un tegumento oscuro es más probable que la radiación incidente sea absorvida por la capa exterior y el calor producido sea disipado por convección y radiación de onda larga, que en el caso del tegumento claro - (Mount, 1978). Kerslake (1972), señala que el área que recibe un determinado flujo de radiación es menor que la superficie total del cuerpo ya que algunas de las partes ven a otras como parte del medio ambiente radiante. El factor de área radiante puede expresarse como la razón del área efectiva para el intercambio de calor por radiación (área de radiación) a la superficie total.

Clapperton et al. (1975), llaman perfil de radiación al área del animal que recibe la radiación directa. Este fue determinado por medio de fotografías del ovino tomadas desde diferentes direcciones midiendo las áreas proyectadas e integrando sobre el total de la esfera.

La radiación emitida por una superficie está dada por la ley de Stefan-Boltzmann (Kelly y Bond, 1971):  $q = (\epsilon \sigma T^4)A$  -  
 $q$  = Flujo de radiación,  $\epsilon$  = Emisividad de la superficie,  $\sigma$  = Constante de Stefan-Boltzmann,  $T$  = Temperatura absoluta de la superficie radiante y  $A$  = Área del objeto radiante.

La emisividad de la superficie se toma como la promedio de toda la superficie del animal. Para los seres vivos, el valor fluctúa entre 0.93 y 0.99 (Mitchell et al., 1969; Mount, 1964). El flujo total emitido desde la cubierta de un animal es la suma de las contribuciones hechas por la piel y de un componente obtenido por la integración a través del vellón.

Algunos autores toman la temperatura de la superficie del vellón como la temperatura radiante (Webster, 1971).

3.2.4. Evaporación.- La pérdida de calor por evaporación se lleva a cabo básicamente a través del tracto respiratorio y la superficie de la piel. Este sistema parece ser el más eficiente para disipar el calor corporal. Por ejemplo un gramo de agua evaporada a 20 C puede liberar 0.6 calorías de energía calórica. El agua puede estar disponible en la superficie cutánea en tres formas: por simple trasudación a través de la pared superficial y tejidos intersticiales; por actividad de las glándulas sudoríparas y por aplicación externa. La primera la cual se refiere a una sudoración insensible, ocurre relativamente independiente de la temperatura externa. La segunda es bajo control de los centros reguladores del calor. La última se refiere a las aplicaciones externas de agua las que pudieran ser lluvia o sumergirse en agua (Hale et al ., 1958; McDowell, 1972).

La habilidad del aire que rodea al cuerpo del animal para tomar vapor del agua presente en la piel, depende en gran parte del porcentaje de humedad que exista en el ambiente. Si la humedad es poca, la evaporación se lleva a cabo con eficacia, pero si la humedad es mucha, la evaporación es casi nula. Como la conducción, la evaporación depende en gran parte del grado del flujo del aire alrededor del cuerpo. El mayor problema que contribuye el grado de intercambio calórico del cuerpo del animal por evaporación es el tipo y extensión de la cubierta corporal, ya sea pelo o lana. La densidad del pelaje (número de folículos por unidad de área), la profundidad de la cubierta del pelo (dureza o firmeza) y la cantidad de grasa del mismo afectan el grado de evaporación (Kelly et al., 1954; Hardy, 1961; Hertzman et al.1952).

En el tracto respiratorio si el aire inspirado contiene solamente una concentración pequeña de vapor de agua, como sucede en climas cálidos secos, las oportunidades para que suce

da la evaporación son mayores que cuando el aire tiene un alto contenido de vapor de agua. El grado de evaporación por respiración se incrementa cuando se aumenta el grado y volumen de aire inspirado. Un alto índice de respiración, como sucede bajo estrés calórico en bovinos y ovinos, resultaría en una substancial pérdida de calor en aire seco, ésta pérdida sería menor cuando la humedad del aire sea mayor (Ross, 1985).

### 3.3. MECANISMOS FISIOLÓGICOS DE INTERCAMBIO CALÓRICO.

3.3.1. Sistema Cardiovascular.- Cuando la temperatura ambiental aumenta, ocurre en el animal una respuesta inmediata que consiste en un ajuste en el sistema cardiovascular. Esta respuesta se presenta todavía dentro de la zona de termoneutralidad del animal poco antes de que la temperatura ambiental rebasa dicha zona (Horvath y Hawell 1964). Los ajustes comprenden un incremento en el ritmo cardíaco y volumen sanguíneo, así como una vasodilatación periférica (Hertzman, 1959).

La piel cuenta normalmente con un flujo sanguíneo que cubre satisfactoriamente sus requerimientos nutricionales (Rowell, 1974). El control del flujo sanguíneo hacia la piel depende del tono y resistencia de los capilares de ésta. Un ascenso de la temperatura ambiental produce una vasodilatación en la piel y por lo tanto se incrementa el flujo sanguíneo. El sistema nervioso simpático juega un papel significativo en la regulación de la resistencia vascular cutánea (Cooper *et al.*, 1964). Otros factores sin embargo pueden estar involucrados en la regulación de la resistencia vascular periférica (Fox y Hilton, 1958).

Tanto la pérdida sensible como insensible de calor se ven incrementadas por los cambios en la distribución de la sangre en la piel. La pérdida sensible de calor requiere de un gradiente positivo para bajar. Así mediante la vasodilatación de los vasos sanguíneos periféricos, una mayor cantidad de sangre y por consiguiente de calor, es atraído a la superficie corporal para ser disipado por medio de radiación, conducción y convección. Mientras que el gradiente sea mantenido, el animal puede confiar en la pérdida sensible de calor como la primera forma de disipación del mismo. Conforme la temperatura ambiental del aire y/o la carga de calor aumenta, el gradiente puede desaparecer o bien invertirse. Bajo estas condiciones la forma primaria de disipación de calor se vuelve evaporativa

o de pérdida insensible de calor (Thatcher y Collier, 1983).

Otros ajustes cardiovasculares son el uso selectivo de mecanismos contrarios de intercambio. Los mecanismos contrarios de intercambio son arreglos anatómicos vasculares únicos que sirven para conservar el calor central del cuerpo, o bien enfriar alguna parte determinada del organismo, como son el cerebro y los testículos. Esta disposición anatómica generalmente se caracteriza por una arteria que se entrelaza formando circunvoluciones con las venas (Fox y Hilton, 1958). Los mecanismos de intercambio contrario tienen el efecto general de concentrar el calor al centro del cuerpo vía flujo venoso --- mientras enfrían la sangre arterial que fluye hacia las apéndices. Durante el estrés del calor estos mecanismos contrarios de intercambio, los cuales son utilizados para conservar el calor durante el estrés del frío, son descartados por el transporte del flujo venoso a los vasos de la superficie corporal en lugar de ser enviado a las arterias localizadas a nivel central del cuerpo (Schmith-Nielsen, 1954). En contraste, los mecanismos contrarios que funcionan enfriando determinadas áreas selectas del cuerpo, son mantenidos. Conforme los ovinos incrementan su frecuencia respiratoria en respuesta al estrés del calor, hay un descenso en la pérdida de calor de sangre arterial cerebral a sangre venosa procedente de la mucosa nasal y oral, previniendo de ésta forma el sobrecalentamiento cerebral (Baker y Howard, 1968). Un ejemplo adicional puede encontrarse en el testículo, donde la transferencia de calor a través del plexo pampiniforme ayuda a bajar la temperatura de la sangre arterial antes de penetrar al testículo --- alrededor de 5 C aproximadamente.

3.3.2. Equilibrio de fluidos.- Normalmente, los aumentos en la pérdida de calor por evaporación requieren una expansión del volumen del plasma para mover mas agua hacia la superficie del cuerpo para la evaporación. Esto se refleja en un descenso de la proteína plasmática y del hematocrito. El cambio-

en el volúmen de plasma debido al aumento en la temperatura-- ambiental es un proceso rápido. Los requerimientos de agua pa-- ra la expansión del volúmen de plasma para incrementar la pér-- dida de calor por evaporación, se satisfacen mediante el au-- mento en la retención de agua fecal y renal así como por la-- activación del mecanismos de la sed, provocando de esta forma un aumento en el consumo de agua (Conley y Nickerson, 1945).

Dos sistemas neurohumorales independientes regulan el equi-- librio de los fluídos del cuerpo. Uno es el sistema antidiuré-- tico y el otro es el sistema antinatriurético. La expansión - del volúmen de sangre requiere la activación de ambos siste-- mas para regular la presión osmótica y el volúmen de fluídos. Se requeriría de un trabajo adicional para documentar los --- efectos de la temperatura sobre la secreción antidiurética y-- de aldosterona en los animales domésticos (Bianca 1968; Ha-- fez 1970; Cardielhac 1971; Folk 1974).

3.3.3. Respiración.- Cuando las temperaturas ambientales y la carga de calor solar aumentan, se produce un aumento substan-- cial en la frecuencia respiratoria de los bovinos, aves, ovi-- nos y cerdos (Thompson, 1973; Hutchison, 1954; Bligh, 1959;-- Ingram y Legge, 1970). Este incremento en la frecuencia respi-- ratoria aumenta la pérdida de calor por evaporación a través-- de las vías respiratorias altas, también denominadas "espacio muerto". Durante la respiración, el aire entra al tracto res-- piratorio con las condiciones prevalecientes del medio ambien-- te externo. Después de un tiempo alcanza los alveolos y es ge-- neralmente saturado con agua a la temperatura interna del --- cuerpo. El aire expirado no tiene la misma temperatura que el inspirado y por consiguiente tiene lugar una transferencia -- convectiva de calor dentro del tracto respiratorio. Esta pér-- dida puede representar el 10% de la tasa metabólica (Mitchell 1973).

El jadeo no es tan efectivo como la sudoración en el au--

mento de la pérdida de calor por evaporación (McLean y Calvert, 1972; Mcfarlane, 1964) y tiende a alterar la ventilación alveolar que subsecuentemente altera el bióxido de carbono, oxígeno y pH sanguíneo. Bajo condiciones de estrés calórico severo, cuando la temperatura corporal continúa en aumento, el jadeo es reemplazado por la "segunda fase de respiración", caracterizada por una baja frecuencia respiratoria y gran volumen de marea (Bianca, 1968). Durante esta fase, la respiración alveolar aumenta dramáticamente lo cual da como resultado el desarrollo de alkalosis respiratoria. La alkalosis respiratoria tiene efectos negativos sobre el comportamiento animal, especialmente en el ambiente intrauterino y en el flujo-sanguíneo umbilical durante la preñez (Oakes et al., 1973).

3.3.4. Nutrición.- Cuando los animales se encuentran dentro de su zona de termoneutralidad tanto el consumo de alimento como el metabolismo proceden independientemente de la temperatura ambiental. Cuando las temperaturas ambientales son elevadas, el consumo de alimento y el metabolismo disminuyen. Esta disminución es en gran parte responsable del pobre comportamiento de los animales bajo condiciones de estrés térmico. -- Existen además otros factores indirectos tales como la variación de la calidad del alimento debido a la estación, que --- también influyen grandemente sobre la eficiencia productiva del animal (Branton, 1971).

La depresión del consumo voluntario de alimento por hipertermia se asocia a diversos factores. El efecto negativo directo de la temperatura sobre el centro del apetito en el hipotálamo (Baile y Forbes, 1974). El otro es la disminución -- tanto en la motilidad intestinal como en el proceso de rumiación, lo cual ocasiona un llenado intestinal produciendo por ende una baja considerable en el apetito (Robinson y Klemm, -- 1953). En asociación con la disminución en el consumo de alimento en rumiantes hay una menor producción de ácidos grasos-volátiles (Gengler et al., 1970). La reducción en la produc--



ción de ácidos grasos volátiles no se debe únicamente a una--  
baja en el consumo de alimento. Varios autores han observado--  
que la producción de ácidos se restaura solo parcialmente ---  
cuando el alimento rechazado se coloca en el rumen mediante--  
una fístula (Kelly et al., 1967; Ingram y Mount, 1975).

Los resultados de los estudios realizados sobre el porcen--  
taje molar de ácidos grasos volátiles del rumen durante el es--  
trés térmico por calor han sido variables y poco consistentes,  
por lo que el tema requiere de mayor investigación (Lippke,--  
1975; Martz et al., 1971; Weldy et al., 1964).

El consumo de agua en los rumiantes se incrementa dramáti--  
camente durante el estrés térmico. El consumo de agua reduce--  
en forma substancial la temperatura del rumen, reduciendo de--  
ésta manera la carga de calor (Bianca, 1964). Se ha observado  
una relación negativa entre el consumo de alimento y el consu--  
mo de agua en vacas lecheras durante el estrés térmico (Román  
et al., 1977).

Para que el animal doméstico pueda mantener su homeotermia  
debe existir un equilibrio entre la producción y la pérdida -  
de calor. Por consiguiente, cuando las temperaturas ambianta--  
les exceden la zona de termoneutralidad entran en juego una--  
variedad de mecanismos encargados de reducir la producción de  
calor (Ames et al., 1976). Además de la baja en el consumo de  
alimento, del índice catabólico, del alimento ingerido y del --  
comportamiento digestivo del animal, la carga calórica que --  
produce el catabolismo se reduce también mediante un incremen--  
to en el consumo de agua. La reducción del flujo de nutrien--  
tes a partir del tracto digestivo se refleja en una baja en--  
la productividad animal. Disminuye también el metabolismo ce--  
lular, debido a una menor concentración en los niveles circun--  
dantes de hormonas metabólicas tales como la tiroxina (Whit--  
towe, 1971; Collins y Weiner, 1962); la hormona del crecimen--  
to (Mitra, Christison y Johnson, 1972); y los glucocorticoi--

des (Alvarez y Johnson 1973). La actividad tiroidea en los -- animales es marcadamente menor en el verano que en el invierno (Johnson y Vanjonack 1976).

3.3.5. Sistema Endócrino.- Una respuesta compleja neuroendó-- crina es una parte integral del mecanismo completo de regulación de temperatura el cual permite a los animales endotermos mantener la temperatura corporal interna constante frente a-- condiciones ambientales y corporales variantes y agudas (Chowers, 1976). Desafortunadamente, existe una gran confusión en relación a los efectos del estrés térmico por calor sobre los sistemas neuroendócrinos de los animales domésticos. Asimismo, los estudios realizados en cámaras climáticas con frecuencia dan resultados que no son aplicables por experimentos a largo plazo bajo condiciones naturales.

Algunos compuestos monoaminos tales como dopamina, epine-- frina, norepinefrina y serotonina, están implicados en el control de neurotransmisión dentro del centro termoregulatorio-- del hipotálamo, y son causantes de efectos periféricos sobre el flujo sanguíneo y el índice de sudoración (Alvarez y Johnson, 1973). Por otro lado la epinefrina y norepinefrina contenidas en el plasma se elevan como resultado de una exposición aguda al calor en novillos, vacas y pollos (Alvarez y Johnson, 1973; Robertshaw y Whittow, 1976; YU-Chang y Sturkie, 1968).

Las glándulas sudoríparas del ganado son activadas por-- catecolaminas (Hoshi et al., 1968; Allen y Bligh, 1969). Puesto que estas glándulas no están inervadas, (Jenkinson et al 1966), con concentraciones elevadas de catecolaminas pueden estar involucradas en la regulación de la actividad de las glándulas sudoríparas. Los efectos provocados por las monoaminas administradas centralmente sobre la termorregulación son variables. --- Bligh et al., 1971), resumieron varios experimentos que demostraron diferencias en respuestas termorreguladoras que pueden ser atribuibles a las especies animales, vía y lugar de--

administración, dosificación, temperatura ambiental o tiempo de muestreo.

Se requiere de trabajos adicionales antes de hacer conclusiones definitivas sobre el papel específico de los diversos mecanismos en el control central de la termorregulación en -- animales domésticos.

La función de la adenohipófisis se altera por el calor -- ambiental. Los efectos primarios de la elevada carga de calor sobre la función de la pituitaria están relacionados con aquellas hormonas involucradas en el metabolismo basal, tales como la hormona estimulante de la tiroides (TSH), la hormona -- del crecimiento (HC), la prolactina y la hormona adrenocorticotrópica (ACTH).

La exposición al calor y el aumento subsecuente de la temperatura corporal, reduce la secreción hormonal de la glándula tiroides en carneros (Brooks, et al., 1962), ovejas (Fitzgerald, 1982), aves (hoffman y Shaffner, 1950), cerdos y ganado bovino (Blincoe, 1958; Johnson y Ragsdale 1960; Bianca, -- 1965). La menor funcionalidad de la tiroides está precedida -- por bajas en la secreción de TSH proveniente de la hipófisis (Anderson, 1964; Krulich et al., 1976). El descenso en la actividad de la glándula tiroides reduce el índice metabólico -- del animal y por consiguiente reduce la carga metabólica de -- calor.

Por otra parte Ross (1985) encontró en ovejas Dorset mantenidas en condiciones de alta temperatura en cámaras climáticas que los niveles de  $T_4$  bajaron considerablemente. También observó que la respuesta de la tiroides al factor liberador -- de la tirosina, fue menor en los corderos sometidos a estrés calórico.

En condiciones tropicales se evaluó la actividad tiroidea

con base en los niveles de triyodotironina ( $T_3$ ) en vacas Holstein, Cebú y Holstein x Cebú ( $F_1$ ) en la estación fría y la estación cálida (Hernández et al., 1984). El análisis estadístico indicó que no existieron diferencias entre razas, épocas, la interacción respectiva y días de muestreo. Tampoco se observó efecto del nivel de producción de leche o del peso corporal sobre los niveles de  $T_3$ .

Los bovinos sometidos al estrés de calor muestran una baja en la concentración plasmática de la hormona del crecimiento (Mitra et al., 1972; Mitra y Johnson, 1972). Esto ha sido --- también demostrado en ratas de laboratorio cuando se exponen a temperaturas de 34 C por espacio de hasta 48 horas (Krulich et al., 1976). Estos investigadores detectaron también un alza significativa en las concentraciones de la hormona del crecimiento (HC) especulando un efecto negativo del estrés térmico sobre la liberación de la HC más que en su síntesis. Puesto que la HC está involucrada en el control del metabolismo basal, una disminución en su secreción bajaría la producción de calor metabólico. La inyección intravenosa de 200 a 300 mg por vaca de hormona del crecimiento aumenta la producción de calor (Yousef y Johnson, 1966).

Cuando las temperaturas ambientales cambian en forma brusca o cuando la temperatura en el área preóptica del hipotálamo se eleva o disminuye agudamente por medio de la implantación de un electrodo, hay un incremento repentino en las concentraciones plasmáticas de glucocorticoides (Israel et al., 1978; Chowers et al., 1966). En los bovinos a temperaturas -- ambientales elevadas por espacio de varios días, se observa -- un incremento inicial en las concentraciones de glucocorticoides plasmáticas, seguida en pocas horas de un retroceso en -- los niveles pretratamiento con ACTH. Eventualmente las concentraciones de glucocorticoides en estos animales se ven deprimidos (Bianca 1965; Christian, 1972; Alvarez y Johnson 1973). Las vacas que se han aclimatado a condiciones de estrés térmico

co tienen una respuesta muy limitada a la inyección de ACTH, - (Shayanfar, 1975). Los animales bajo condiciones del medio -- ambiente natural están expuestos a cambios marcados en las -- temperaturas ambientales dentro de un período de 24 hs. (Is-- rael et al., 1978). En estas condiciones hay un índice diario de cambio tanto en la temperatura ambiental como en la secreción de glucocorticoides. Asimismo parece ser que el eje hipotálamo-hipofiso-adrenal es más sensible a la tasa de cambio de la temperatura ambiental que a la temperatura absoluta per se (Chowers et al., 1976).

3.3.6. Comportamiento Animal.- Las condiciones climáticas medio ambientales modifican el comportamiento del animal. Estas alteraciones en el comportamiento son de importancia desde el punto de vista fisiológico puesto que casi en su totalidad -- ocurren para mantener el proceso de termorregulación. El papel que juega el hipotálamo en la termorregulación y el comportamiento animal ha sido estudiado en ovejas y cerdas mediante la implantación de electrodos colocados en la región-- preóptica del hipotálamo para la estimulación térmica. La mayoría de estos experimentos fueron hechos con el fin de evaluar este efecto sobre animales mantenidos en condiciones --- frescas y evaluando su comportamiento para obtener aire ca -- liente mediante la presión de barras o paneles (Baldwin, 1975; Baldwin y Lipton 1973; Baldwin e Ingram 1967).

Los animales estuvieron en condiciones frescas de temperatura las cuales se obtuvieron por medio de aire controlado con barras y paneles.

Otros estudios han sido dirigidos al examen del comportamiento animal bajo condiciones ambientales variables. Los bovinos expuestos al estrés calórico modifican su patrón de comportamiento normal, por ejemplo se rocían agua sobre su cuerpo --- (Ragsdale et al., 1951), buscan sombreaderos, (Seath y Miller, 1946), y pastorean de un lado a otro buscando alimento princi

palmente durante las horas nocturnas (Payne et al., 1951). -- Además, la actividad espontánea de la mayoría de los animales disminuye durante períodos de temperaturas ambientales altas. Por ejemplo, los cerdos que no sudan activamente, buscan un-- lugar húmedo donde poder revolcarse (Ingram, 1965), o lo ha-- cen en su propia orina con el objeto de aumentar la pérdida-- de calor por evaporación (Mount, 1968).

3.3.7. Balance Hídrico.- Cuando el efecto del estrés térmico-- por calor provoca en el animal un incremento en la evapora-- ción a través del cuerpo, el agua se toma o proviene de la -- sangre para reestablecer el balance hídrico, la cual a su vez también debe ser restituida de otras regiones del organismo -- como son: el estómago, los intestinos, los fluidos intersti-- ciales las heces y probablemente por la oxidación de algunos-- carbohidratos, grasas o proteínas. Cuando el agua se agota de estas fuentes, ocurre algún tipo de acción en la sangre o con mayor probabilidad a través de impulsos nerviosos que actúan-- sobre el centro de la sed del cerebro para crear el deseo de-- recuperación de los niveles normales de agua corporal (Adolph, 1964).

Quando la temperatura ambiental aumenta, en forma parale-- la se incrementa el consumo de agua en los animales. Por ejem-- plo una vaca lactando de 500 Kg consume aproximadamente 50 Kg de agua por día a una temperatura de 21 C, pero si la tempera-- tura aumenta a 32 C el consumo de agua se elevará de un 25 a-- un 100%. Algunos bovinos y ovinos incrementarán el consumo de agua hasta el 100% a temperaturas de 30 a 33 C aunque general-- mente este consumo alcanza su pico cuando la temperatura exce-- de los 35C (Johnson, 1967).

3.3.8. Temperatura Corporal.- Una elevada proporción de carga calórica del medio ambiente produce efectos indeseables en mu-- chos procesos fisiológicos del animal, principalmente en el -- metabolismo, por la baja en la disponibilidad de sustratos --

para las células y también por la alteración de los niveles-- de algunas hormonas (glucocorticoides, cortisol, hidrocortiso na), relacionadas con el metabolismo (Abilay et al., 1975a;-- Abilay et al., 1975b; Yousef y Johnson, 1967).

La exposición de 27 C o más, por varias horas causa un alza en el calor corporal. Este aumento de temperatura corporal es a menudo tomado en cuenta como un signo de que el animal - no es capaz de mantener bajo ese ambiente su temperatura in--terna. Sin embargo, existen para algunas especies variadas --ventajas de este aumento de temperatura corporal. De acuerdo con Schmidt Nielsen, (1964) el camello usa una elevada temperatura corporal muy efectivamente. Bajo las condiciones del - calor desértico el camello permite que su temperatura corpo--ral aumente de 4 a 6 C durante el día para mantener la capaci--dad de pérdida de calor por medio de la conducción. Esto a su vez reduce la necesidad de perder calor por medio de la evapo--ración, ocasionando en consecuencia una mayor retención del - agua corporal.

Cuando la temperatura corporal de algunos mamíferos excede .0.5 C o más en relación a la normal, ocurre generalmente una--depresión en el consumo de alimento, un aumento en la frecuen--cia respiratoria y un pobre comportamiento productivo (Finch, 1986). En bovinos, ovinos y cerdos la principal fuente de di--sipación de calor es la conducción ya que el mecanismo de su--doración no es tan eficiente como en los humanos (Webster, --1983).

### 3.4. ASOCIACION DE LOS ELEMENTOS CLIMATICOS AMBIENTALES CON LOS PROCESOS REPRODUCTIVOS.

Se ha demostrado que el comportamiento animal está regido en gran parte por el medio ambiente en el cual vive. De los componentes del medio ambiente tal vez el que afecte en forma definitiva sobre la mayoría de los procesos fisiológicos del animal sea el medio ambiente físico el cual está constituido por las siguientes variables climáticas: Temperatura ambiental, humedad atmosférica, radiación solar, movimiento del aire, lluvia, luz y sus interacciones.

El efecto de los componentes climáticos sobre la reproducción es muy complejo. Sin embargo, se ha observado que pueden actuar en forma directa o indirecta sobre el animal (Smith, 1972).

#### 3.4.1. Principales elementos climáticos relacionados con la reproducción.

3.4.2. Temperatura ambiental.- Este elemento bioclimático es el más importante de los que influyen sobre el ambiente físico del animal. No existe una definición rigurosa, ya que se trata de un término relativo que supone un grado de actividad molecular, o calor de una sustancia. Para fines prácticos, el régimen de temperatura de una región amplia está determinado por la cantidad de calor solar que incide sobre la misma, de una estación del año a otra (Mc Dowell, 1972; Branton, 1971). La cantidad de calor solar depende en gran parte del ángulo del sol en relación a la tierra y las características de la atmósfera. Las impurezas del aire tales como polvo, humo y contenido alto de vapor de agua, reducen la energía calórica que llega a la superficie de la tierra. Las nubes absorben también la energía solar, determinando que la temperatura del aire de los trópicos húmedos y cálidos sea menor que la del aire de regiones cálidas y secas (Johnson, 1972; Folk, 1974).



La temperatura del ambiente o del aire que rodea el cuerpo del animal es sumamente importante para su confort y funcionamiento general de sus procesos fisiológicos. El calor pasa normalmente por conducción desde la piel caliente (sobre 33 C) de la mayoría de la especies de animales domésticos hacia el aire más fresco que la rodea, (Kelly y Bond 1971). Aunque si la temperatura del aire es superior y sobrepasa la zona de confort del animal (13-18 C) disminuye la pérdida de calor, y si la temperatura del aire es superior a la de la piel, el calor fluirá en dirección inversa. Esto puede representar un problema grave en zonas cálidas y secas (Mc Dowell, 1972).

Cuando las temperaturas del aire son bajas (5 C) el flujo de calor procedente del cuerpo del animal hacia el exterior, se acelerará hasta provocar falta de confort y por lo tanto se reducirá la eficiencia del rendimiento. La fuente más importante de calor es el suelo; la radiación solar calienta los suelos secos rápidamente; así entre el medio día y la tarde, un animal que pastorea en zonas semiáridas y áridas puede hallarse sobre un suelo con una temperatura superior a los 40 C. Este nivel de temperatura determina que la superficie del vientre del animal absorba una cantidad importante de calor. No obstante, el suelo de las regiones secas y cálidas se enfría rápidamente tras la puesta del sol, con lo que el animal dispone de la oportunidad de perder rápidamente el calor almacenado en su cuerpo mediante el proceso de conducción hacia el suelo enfriado (Hammel, 1955). Con frecuencia la temperatura de la superficie del suelo desciende por debajo de los 5 C, hecho que aumenta el estrés a que se ve sometido el animal, al determinar una pérdida excesiva de calor de su cuerpo. Las superficies de los suelos bien cubiertos de vegetación verde o de suelos húmedos se calientan más lentamente, por lo que las temperaturas del suelo no suelen ser una fuente importante de ganancia de calor para los animales que viven en zonas húmedas y cálidas (Mc Dowell, 1966; Folk, 1974; Branton, 1971).

La velocidad, dirección y origen del viento influyen marcadamente sobre la temperatura prevalente. Los vientos procedentes del océano son más húmedos que aquellos otros que soplan atravesando grandes masas de tierra sometidas a un rápido enfriamiento o calentamiento por la radiación solar. Si un animal está pastoreando en un campo en el que temperatura del aire tranquilo es de 25 C, no experimentará falta de confort, aunque si, entre el mediodía y la tarde, sopla un viento que ha atravesado un terreno con temperaturas de 40 C o superiores, la carga de calor del animal aumentará notablemente (McDowell, 1972).

Las condiciones de temperatura predominantes ejercen una influencia indirecta muy acentuada sobre el ganado a través de los suministros de alimentos y de los problemas de salud animal (Branton, 1971).

Para medir la temperatura de un cuerpo se utiliza una escala arbitraria de referencia. Las dos escalas utilizadas más comúnmente son las de Fahrenheit y la centígrada o de celsius (Lowey, 1975). Las determinaciones más empleadas de la temperatura del aire son las temperaturas máxima y mínima. El promedio entre estas dos mediciones permite calcular la temperatura diaria media. Estas tres determinaciones de la temperatura resultan útiles para valorar el ambiente térmico de una localidad en varios aspectos. Si se reúnen los datos correspondientes a varios años, los promedios de cada uno pueden servir para caracterizar las condiciones previsibles de temperatura para varios períodos de tiempo o las tendencias estacionales (Mc Dowell, 1972; Lowry, 1975).

3.4.3. Humedad atmosférica.- Cuando las temperaturas diarias medias caen fuera del rango 13-18 C, otras variables climáticas adquieren gran importancia para la homeostasis del animal (Mc Dowell, 1972; Thompson, 1954; Johnson et al., 1963; Ragsdale et al., 1953; Kibler y Brody 1953). El contenido de va--

por de agua o humedad del aire reduce notablemente la tasa de pérdida de calor del animal. La tasa de enfriamiento por evaporación a través de la piel y tracto respiratorio depende en gran parte de la humedad del aire, (Navarro, 1983). Si la humedad es baja como sucede en zonas cálidas y secas, la evaporación es rápida. Por otro lado si la humedad resulta elevada como es el caso de zonas cálidas y húmedas, la evaporación es lenta, reduciéndose la pérdida de calor y por consiguiente alterando el equilibrio térmico del animal. Aunque los problemas de una pérdida excesiva de agua suelen presentarse en climas cálidos y secos, los problemas de retención de calor en climas húmedos y cálidos son más agudos (Mc Dowell, 1972).

Con temperaturas elevadas, tanto las humedades altas como bajas ejercen efectos significativos sobre el confort de los animales. En zonas húmedas y cálidas donde las temperaturas del aire son de 21 C o superiores, la humedad constituye un problema para la producción ganadera cuando la humedad relativa es de 60% y superior, o la presión de vapor es mayor de 20 mm de Hg. La humedad atmosférica suele describirse en términos de humedad relativa como la proporción entre la cantidad de agua que realmente contiene el aire y la cantidad que podría contener si estuviese saturado a la misma temperatura (DGGM, 1977).

La humedad relativa máxima del día se produce durante las primeras horas de la mañana y la mínima al final de la tarde; no obstante la presión de vapor y la temperatura del punto de condensación o de saturación pueden permanecer casi constantes durante todo el día.

La humedad relativa puede medirse directamente con un higrómetrografo o indirectamente a través de la temperatura de bulbo húmedo o la temperatura de punto de condensación, (Mc Dowell, 1972; DGGM, 1977).

3.4.4. Radiación solar.- Probablemente el procedimiento más-- económico para ayudar al animal a mantener su equilibrio térmico en climas cálidos, sea controlar de alguna manera la radiación térmica que recibe. La radiación procedente del sol, del cielo y de los objetos que lo rodean suele añadirse a la carga de calor del animal. (Brody et al., 1954). Sin embargo esto puede prevenirse simplemente proviendo a los animales de una adecuada fuente de sombra o cobertizos que eliminen la ma yor parte de la energía radiante directa y reduzcan la radiación reflejada, (Román et al., 1977). Un animal pastoreando-- a campo abierto está expuesto a 1) Radiación solar directa -- (ondas visibles y cortas de rayos infrarrojos) 2) Radiación solar reflejada a través de las nubes y otras partículas de la atmósfera y 3) Radiación solar reflejada por el suelo, objetos circundantes y el horizonte. Del total de calor radiante al cual un animal que permanece al sol aproximadamente el 50% viene de las dos primeras fuentes y el resto de la tercera.-- Esto sin embargo va a depender de acuerdo al porcentaje de hu medad ambiental.

El terreno es un factor importante para determinar la canti dad de energía radiante en cualquier ambiente. En general, el nivel de energía radiante guarda una correlación negativa con la humedad, aunque el nivel de radiación posee una elevada co rrelación positiva con la temperatura máxima. Una superficie pintada de blanco refleja una elevada proporción de radiación visible aunque muy poco de la infraroja de onda larga. El alu minio pulido, por otra parte, refleja proporciones elevadas de ambos (85% de ondas cortas y 92% de las ondas largas, o ra diación térmica) y, por consiguiente, conserva muy poco calor. Por el contrario el color negro mate refleja cantidades muy pequeñas de las radiaciones de onda corta o larga; absorbe la mayor parte del calor, por lo que posee un valor elevado de emisividad (mc Dowell 1972; DGGM, 1977).

La determinación de la radiación total a que se ve sometido

do un animal y de la cantidad que absorbe o refleja, constituye un proceso muy complejo. La medición de las fuentes de radiación es compleja por si misma y no describe totalmente la carga de calor impuesta al animal. La postura, forma, tamaño y frecuencia de movimiento del animal, así como la longitud de su pelo, el ángulo del sol y otros factores solamente permiten medir de una manera aproximada la incidencia sobre la totalidad del cuerpo del animal (Brody et al., 1954; Kibler y Brody, 1954).

Las proporciones corporales que se exponen a las radiaciones varían según la especie debido a la forma y posiciones -- que se adoptan según el comportamiento de cada especie (McDowell, 1972).

Un método que puede servir para efectuar un cálculo aproximado del intercambio total de radiación que no sea la radiación solar directa, de un animal sometido a un ambiente determinado es el termómetro de bola negra. Este consiste en una esfera de aproximadamente 15 cm de diámetro con el exterior de color negro y con un termómetro en el interior para registrar la temperatura (Vernon, 1930). La temperatura del termómetro de bola negra suele ser unos 6 C superior a la temperatura atmosférica, por lo que ha sido utilizado en lugar de la temperatura atmosférica para calcular la tasa de ganancia de calor de un animal sometido a un ambiente determinado (Hertig, 1968).

Un aspecto que suele ser mal interpretado, es la importancia de la radiación solar sobre el color de la piel y del pelo en relación a la reflexibilidad. La piel y el pelo de un animal ante las radiaciones de onda larga se comportan con independencia de color como un "cuerpo negro", es decir absorben todas las radiaciones incidentes (Folk, 1974). En relación a las radiaciones de onda corta (visibles) varía la flexibili--

dad de las superficies de la piel y del pelo dependiendo de su color. La mayoría de los informes sobre diferencias de reflexibilidad en animales con distinto color de pelo y de piel han tenido en cuenta una porción tan solo del espectro luminoso, presentando poca atención a la radiación de longitud de onda larga, que es la responsable de la mayor parte de la carga de calor radiante en el ambiente natural (Cena 1974; Monteith, 1973). El instrumento más apropiado para la medición de la radiación, depende de la clase de radiación que ha de medirse, tal como la ultravioleta, visible próxima a la infrarroja o radiación total. Generalmente los instrumentos para hacer las mediciones de la radiación se dividen en 2 grupos: (1) Los que miden la intensidad de la radiación solar directa y parte de la radiación reflejada (2) los que determinan las tres radiaciones ; radiación directa, así como radiación reflejada y térmica (infrarroja de onda larga), que se intercambian con el ambiente general (Refsnyder y Lull, 1965; Gates, 1962; Platt y Griffiths, 1964). La intensidad solar puede ser estimada a través de estándares de tablas meteorológicas lo cual permite una estimación de la cantidad de radiación (Critchfield, 1966). El aparato que se utiliza para medir la radiación solar es el piroheliógrafo (Galindo y Chávez, 1977).

3.4.5. Movimiento del aire.- La rapidez con la que se mueve el aire sobre la piel del animal influye en la tasa de pérdida de calor a través de la superficie corporal. Este proceso es relativamente simple cuando la piel aparece desnuda, aunque se complica con la presencia de pelo, lana o plumas. Cuando aumenta la velocidad del aire se facilita la pérdida de calor por evaporación si la piel contiene humedad (Brody et al., 1954; Kibler y Brody, 1954).

Bajo condiciones de temperaturas moderadas, cuanto más rápido sea el movimiento del aire con mayor rapidéz se perderá calor; el hecho contrario puede ser cierto cuando las temperaturas son elevadas (29 C) o superiores.

El movimiento del aire permite la pérdida de calor en la piel por conducción en tanto que la temperatura del aire sea inferior a la temperatura de la piel. No obstante cuando la temperatura del aire es superior a la temperatura de la piel, la piel ganará calor procedente del aire que la rodea, y todo aumento de la velocidad del aire servirá solamente para aumentar esta ganancia. Un mayor flujo de aire determinará con frecuencia el mismo efecto que una elevación de la temperatura del aire, y la mayor velocidad del aire influirá también indirectamente sobre la cantidad de calor radiante que recibe el animal al modificar la temperatura de los objetos que lo rodean (Mc Dowell, 1972; Brody et al., 1954; Thompson et al., - 1954; Kibler y Brody, 1954).

Un ligero movimiento del aire es el indicador más valioso del confort del animal. Son los más difíciles y costosos de medir ya que están en el límite o su velocidad es inferior a la sensibilidad de la mayoría de los instrumentos estándar de registro de la velocidad del aire.

La topografía local determina con frecuencia sobre las pausas que sigue el viento. Los valles tienden a canalizar el movimiento del aire siguiendo sus propios ejes, mientras que en los promontorios del terreno opuestos al flujo direccional del aire, se crean corrientes ascendentes en las laderas situadas frente al aire, corrientes de remolino sobre la cresta de las elevaciones y calmas en la base de las laderas situadas al socaire cuando la pendiente es brusca (DGGM, 1977). Estas características de la topografía pueden resultar útiles en la ubicación de los cobertizos destinados a los animales. Como la dirección del viento cambia según la estación y el momento del día, estas variaciones deben ser tomadas en cuenta para determinar la conveniencia de laderas o de valles para el pastoreo durante el día y la noche (Mc Dowell, 1972). La mayoría de las estaciones meteorológicas disponen de una unidad para la observación del viento que consta de una veleta y de un --

anemómetro montados sobre un soporte. La veleta indica la dirección del viento y el anemógrafo registra y grafica su fuerza, siendo la medición en la unidad de km/hora.

3.4.6. Lluvia.- La principal influencia de la lluvia sobre el ganado es indirecta a través de la producción de alimento y presentación de enfermedades (Branton, 1971).

La lluvia es tan intensa en algunas partes de los trópicos que a veces el suelo es incapaz de absorberla por completo. - La cantidad de lluvia que cae en un determinado tiempo, su duración y las condiciones del suelo influyen sobre la cantidad de agua que penetrará en el subsuelo hasta una profundidad superior a la normal que alcanzan las raíces de los vegetales.- La disponibilidad de la humedad del suelo para la obtención de cultivos depende no solo de la cantidad anual de lluvia, sino también de la distribución estacional y de la intensidad de la misma, condiciones del suelo, de su vegetación, la tasa de evaporación y de transpiración, (Mc Dowell, 1972).

La pluviosidad estacional resulta muy importante para el ganado porque determina: 1) La cantidad de alimento que puede producirse; 2) el período de tiempo durante el que los forrajes mantienen una gran calidad; 3) las prácticas de pastoreo que pueden seguirse; 4) las necesidades de alimentos almacenados y suplementarios y 5) el sistema de conservación de alimentos que resultará más útil. Los períodos de lluvias intensas aumentan el contenido acuoso de los forrajes y, como resultado limitan la cantidad de nutrientes que puede ingerir el animal como resultado de las limitaciones físicas sobre el consumo total. La lluvia ejerce asimismo efectos directos importantes sobre el ganado (mc Dowell, 1972). Puede ayudar a la disipación de calor mediante evaporación, aunque al mismo tiempo dificulta gravemente el consumo de alimentos y aumenta los problemas sanitarios, (Branton, 1971).



En un ambiente cálido, la lluvia caída o retenida por las proyecciones pilosas del animal mitigará el estrés térmico al evaporarse. La intensidad del efecto de enfriamiento dependerá de la profundidad a que penetra el agua en la capa de pelo, que a su vez depende de la estructura del mismo (Brody et al., 1954; Kibler y Brody, 1954). Mediante observación visual "mecánica" con el pluviómetro puede obtenerse cierta información de la pluviosidad. Por otro lado con la simple observación se determina su duración e intensidad. El pluviómetro y el pluviógrafo son los instrumentos que se utilizan con mayor frecuencia para medir la lluvia que cae (Nat'l Acad. Sci., 1971).

3.4.7. Luz.- Al período de luz durante el día se le denomina fotoperíodo, y se define como el tiempo entre la salida y el ocaso del sol, o entre el inicio de la mañana y el atardecer al cual corresponde a un ángulo del sol de  $\pm 6^\circ$ . El fotoperíodo varía con la latitud y la estación del año. El largo día de fotoperíodo cerca del ecuador varía solamente pocos minutos pero es  $\pm 2$  horas a  $20^\circ$  latitud, y tan alto como  $\pm 19$  horas en junio a  $60^\circ$  de latitud (Mc Dowell, 1972).

El fotoperíodo diario es crítico para las plantas y tiene influencia directa sobre el comportamiento animal. Se manifiesta en mayor medida en especies silvestres y en las domésticas como la yegua, la ovjea y la perra. (Marshall, 1937; McKenzie y Berliner, 1937; McKenzie y Terril 1937; Yeates, 1949; Hafez, 1952, Asdell. 1964; Beaty y Williams 1971; Legan et al 1977; Valencia et al., 1981; Saltiel et al., 1984).

Las estaciones del año donde predomina la alta temperatura y un largo fotoperíodo influyen sobre los patrones de reproducción a través del anestro y disminuyen la fertilidad en las hembras (Gwazdauskas et al., 1973; Ulberg y Bulfening, 1967); y baja la cantidad y calidad del semen en los borregos (Hernández et al., 1982).

Las horas sol pueden ser medidas con un aparato que se denomina heliógrafo. Mientras que para la luz se puede utilizar un espectrofotómetro, (Yaffe et al., 1956).

3.4.8. Índices climáticos.- Las condiciones ambientales del estrés calórico prevalecen en la mayoría de las áreas tropicales y subtropicales. El estrés térmico por calor se define como la combinación de condiciones ambientales que van a dar como resultado una temperatura ambiental efectiva que generalmente cae fuera de la zona de termoneutralidad o confort del animal.

Los cuatro factores ambientales que influyen más acentuadamente sobre la temperatura ambiental efectiva son: temperatura de bulbo seco, humedad, radiación solar y movimiento del aire.

Existen dificultades para determinar cual es la combinación de parámetros ambientales que ocasionan el principio del estrés térmico por calor. Existen también muchas diferencias entre individuos y algunas razas así como sexo, edad, estado de lactación, gestación, exposición previa al estrés (Buffington et al., 1981).

Se han desarrollado algunos índices (conjunto de dos o más parámetros climáticos) usado para explicar y predecir el confort o desconfort de los animales. Generalmente los dos parámetros que se toman en cuenta son temperatura de bulbo seco y humedad. El índice de confort más común para el ganado bovino (Hahn, 1981); es el índice de temperatura humedad (ITH), -- originalmente desarrollado por Thom, (1958) y desde entonces se tomó también para los humanos, siendo expresada como:

$$ITH = Tbs + (0.36 \times Tpr) + 41.5 \text{ donde:}$$

Tbs es la temperatura de bulbo seco C

Tpr es la temperatura de rocío seco C

0.36 y 41.5 son constantes

Existen muchas investigaciones que muestran correlaciones estadísticas significativas entre la tasa de movimiento del aire cuando éste es mayor a 4.5 m/s y algunas medidas de respuestas fisiológicas del animal (Mc Dowell, 1972). Otro índice que trata de explicar el confort ó desconfort del animal es el índice de bola negra humedad (BGHI), el cual integra la -- temperatura del bulbo seco, humedad, la radiación neta y el -- movimiento del aire, siendo representado como:

$$\text{BGHI} = \text{Tbn} + (0.36 \times \text{Tpr}) + 41.5$$

donde:

Tbn es temperatura de punto de rocío C

0.36 y 41.5 son constantes

Se ha observado que el BGHI es el indicador más exacto -- del confort y producción bajo condiciones ambientales del estrés calórico cuando los animales se exponen a la radiación-- solar directa. Bajo condiciones de poco o moderado estrés té<sub>u</sub>mico por calor el BGHI y el ITH son igualmente efectivos como indicadores del confort animal, (Buffington et al., 1981).

### 3.5. INFLUENCIA DEL ESTRÉS TÉRMICO SOBRE LOS PROCESOS REPRODUCTIVOS DE LA HEMBRA.

La mayoría de las especies animales que se exponen a las altas temperaturas ambientales sufren un decremento en su comportamiento reproductivo. Esto se manifiesta principalmente - en las áreas tropicales y subtropicales del mundo, donde las condiciones del estrés calórico se presentan durante varios - meses del año. La influencia de las condiciones meteorológicas sobre la reproducción y fertilidad pueden actuar directamente e indirectamente. En las hembras, sobre el desarrollo sexual, manifestación y ritmo sexual, comportamiento sexual y procesos reproductivos que van desde la ovulación hasta el parto. El efecto detrimental puede ser directamente sobre los gametos, el embrión o función uterina, o puede afectar indirectamente a través de alteraciones del sistema endócrino de la hembra. La alteración de la función endócrina de la hembra a su vez puede afectar el transporte de los gametos y embriones, además del medio ambiente uterino o del conceptus (Román, --- 1977).

El estrés calórico en la hembra produce una baja en la tasa de fertilización y por lo tanto la sobrevivencia y desarrollo embrionarios se ven afectados.

3.5.1. Influencia de la Temperatura ambiental sobre el Comportamiento Reproductivo.- El ganado expuesto a altas temperaturas reduce marcadamente su eficiencia reproductiva (Ingraham et al., 1974; Gwazdauskas et al., 1975; Robinson y Van Nie--Kerk, 1978; Stork, 1979). Esta respuesta se debe por una parte al decremento de fertilidad del macho, y en gran parte al efecto del estrés calórico sobre la hembra.

Se ha demostrado que las altas temperaturas ambientales -- no ejercen una marcada influencia sobre la función ovárica, -- (Ryle, 1963a; Ryle. 1963b; Warnick et al., 1965; Yeates, 1953).

Sin embargo si la ejercen sobre el útero durante las etapas preparatorias de la preñez y durante las fases tempranas de desarrollo embrionario, Yeates, (1953) estudió el efecto de las altas temperaturas ambientales (40.6 C) sobre la reproducción en ovejas. Estas ovejas no mostraron efecto adverso de la alta temperatura sobre la presentación de celos, sin embargo si se observó una disminución significativa en la tasa de concepción de las ovejas y en la tasa y peso de los corderos al nacimiento.

Un decremento en la tasa de concepción y un incremento en la mortalidad embrionaria después de la exposición de las hembras a altas temperaturas ambientales han sido observadas en ratas (Fernández-Cano, 1958); ovejas, (Dutt 1963); Alliston y Ulberg 1961) vacas (Stott y Williams, 1962; Dunlap y Vicent 1971; Thatcher, 1974); y cabras, (Warnick et al., 1965; Tomkins et al., 1967; Edwards et al., 1978; Omtvet et al., 1971; Wildt et al., 1975). Se han encontrado también efectos detrimentales sobre el óvulo. Ulberg (1958) observó signos de degeneración temprana y Ryle (1961), una reducción en la frecuencia de ovulaciones múltiples y viabilidad de los embriones cuando las ovejas fueron expuestas a 40.6 C. En el porcentaje de embriones vivos entre el grupo testigo y tratado no se detectaron diferencias. Por otro lado Alliston y Ulberg, (1961),-- observaron que un ambiente de 32.2 C y 65% de humedad relativa no tenía efecto negativo sobre el estro o la tasa de ovulación de la oveja. Sin embargo, si se observó un aumento de la mortalidad embrionaria cuando los óvulos fertilizados --- (2-32 células) se transfirieron de donadoras que se encontraban a 32.2 C a receptoras a 21.1 C. La sobrevivencia embrionaria fue mejor cuando ambas donadoras y receptoras se mantuvieron a 21.1 C. Esto indicó que las fases tempranas de desarrollo embrionario son las más susceptibles a temperaturas de -- 32.2 C. Contrariamente Woody y Ulberg, (1964), no encontraron diferencias en la viabilidad de óvulos no fertilizados de ovejas transferidos de donadoras mantenidas a 21.1 C ó 32.2 C a receptoras que estuvieron a una temperatura constante de

21.1 C. Sin embargo la transferencia reciproca de óvulos fertilizados indicaron que el tracto reproductivo de las ovejas mantenidas a 32.2 no provieron un medio ambiente favorable-- para el desarrollo embrionario como las mantenidas a 21.1 C.

Dutt et al., (1959) observaron un decremento en el porcentaje de fertilización y un aumento en la muerte embrionaria - precoz en ovejas sometidas a altas temperaturas ambientales-- (32 C) durante un lapso de tiempo en el que incluía el período de empadre. Cuando las ovejas se expusieron a altas temperaturas desde 12 días antes del empadre presentaron aproximadamente la mitad del porcentaje de la fertilización en relación al grupo control. Se estimó en un 92 el porcentaje de -- muerte embrionaria. Cuando las ovejas se sometieron al tratamiento de calor a partir del octavo día después del empadre, - la mortalidad embrionaria no fue significativamente diferente entre los dos grupos.

En un estudio similar realizado en cerdas expuestas a altas temperaturas en la época de empadre, no se encontraron diferencias en la tasa de ovulación o supervivencia embrionaria (Edwards et al., 1968). Sin embargo la tasa de concepción y -- las crías al día 30 se redujeron en cerdas expuestas a 38.9 C por 17 horas diarias por 15 días antes del empadre. Omtvet et al., (1971) determinaron el efecto del estrés calórico sobre cerdas durante los primeros ocho días después del empadre resultando en una baja en el porcentaje de cerdas gestantes y - crías pequeñas en el día 30 de gestación. Asimismo se demostró en ovejas que el estrés térmico aplicado durante la fase tardía de la gestación, disminuye el crecimiento fetal de los corderos (Alexander y Williams, 1971; Brown, 1977; Cartwright y Thwaites, 1976). Cuando las borregas son sometidas al calor de la mitad de la gestación hasta el nacimiento se reduce el peso al nacer de los corderos (50%) y de la placenta (Alexander y Williams, 1971). También se ha observado atrofia o enanismo en los corderos cuando se aplicó estrés calórico en el-

último tercio de la gestación en la borrega (Brown et al., --- 1977; Ross, 1985).

Numerosos procesos fisiológicos asociados con la reproducción ocurren en forma exacta y secuencial durante los procesos de desarrollo embrionario y podrían estar influenciados por el estrés calórico. (Donaldson et al., 1970; Niswender et al., 1974). El semen inmediatamente después de ser depositado en el tracto reproductivo de la hembra está sujeto al medioambiente de éste. El óvulo proveniente del ovario se desplaza por acción de las características del oviducto; el final del proceso de maduración del óvulo se produce cuando se lleva a cabo la fusión del óvulo con el espermatozoide en el ampulla del oviducto seguido por el proceso de implantación en el --- útero. Por lo tanto, existen numerosos eventos o procesos relacionados con el desarrollo embrionario donde el estrés por calor puede ejercer un efecto detrimental (Stott y Williams-- 1962; Ulberg y Burfening, 1967).

Dutt (1963), diseñó un trabajo para evaluar el efecto de elevadas temperaturas sobre el momento del servicio (día 0), al primer, tercer y quinto día después del servicio. La exposición al estrés calórico se manifestó en un incremento del número de óvulos morfológicamente anormales. Por otro lado la muerte embrionaria, estimada como el porcentaje de óvulos fertilizados que no sobrevivieron, fue significativamente mayor en los grupos sometidos al estrés calórico. La pérdida embrionaria para los grupos 0 y 1º día combinados, fue significativamente más alta comparándolos con los grupos 3º y 5º día. -- Además concluye que el cigoto en las ovejas es más sensitivo al efecto perjudicial de las altas temperaturas ambientales-- durante las etapas iniciales de su desarrollo en el oviducto. Se observó que hubo un 85% de pariciones en ovejas utilizadas como grupo control, mientras que solo 10% para las ovejas del grupo 0 y 1º día, 35% para las del grupo 3º día y 40% para -- las ovejas del 5º día.

Contrariamente Woody y Ulberg, (1964) sugieren con base-- en las observaciones realizadas, que las altas temperaturas - ambientales no ejercen un efecto detrimental sobre el óvulo-- antes de ser fertilizado. Ovulos de ovejas mantenidas a 21 C- y a 32 C fueron recuperados inmediatamente después de la ovu- lación y transferidos a ovejas receptoras previamente apareá- das. Se observó que a los 30 días después del apareo, el núme- ro de embriones en las ovejas receptoras que se les transfie- rieron óvulos procedentes de animales mantenidos a 32 C fue-- igual al de las receptoras en las que se les transfirieron -- óvulos procedentes de donadoras mantenidas a una temperatura- ambiente de 20 C.

Alliston et al., (1965) demostraron que óvulos fertiliza- dos, cultivados in vitro a 40 C durante la primera división ce- lular tenían menor porcentaje de sobrevivencia embrionaria -- que los cultivados a 38 C. Si el período de cultivo in vitro- a 40 C, era postergado a la segunda, tercera o cuarta divi- sión celular, las diferencias en los porcentajes de muertes - durante el período posterior a la implantación, desaparecía.

Dado que durante las primeras fases de desarrollo embrio- nario, un aumento en la temperatura del micro-ambiente que ro- dea al cigoto, reduce el porcentaje de sobrevivencia, las tem- peraturas corporales de las hembras, posteriormente a la inse- minación o cópula, deben estar asociadas con el porcentaje de concepción. Otros investigadores han encontrado que en vacas- con alta temperatura corporal al momento de la inseminación, - la tasa de concepción se reduce (Fallon, 1962; Long, Nipper y Vincent, 1969; Vincent, 1972; Ulberg y Burfening, 1967; Gwasz- dauskas, 1973; Dunlap y Vincent, 1971; Román, Hernández y Cas- tillo, 1983; Iglesias et al., 1975).

Padilla et al., (1981) observaron una mejor eficiencia-- reproductiva; menor intervalo parto-primer celo y parto con- cepción en borregas Tabasco lactantes provistas con sombra--



dero que las que estuvieron todo el tiempo bajo el estrés de las radiaciones solares en clima tropical.

Fallón, (1962) observó una tasa baja de concepción para vacas que tenían temperaturas corporales arriba de lo normal al momento de la inseminación comparado con vacas que tenían temperatura corporal normal. En vacas en donde la temperatura rectal excedió los 40 C en la tarde, el proveer de sombra a los animales se manifestó en una mayor tasa de concepción, (Román Ponce et al., 1977; Stott y Wiersma, 1974).

Bajo condiciones de estrés calórico Hernández, Román y -- González, (1984) observaron en vacas Holstein y Suizo Pardo -- una mayor frecuencia de inseminaciones y concepciones durante los meses menos cálidos del año en relación con los más cálidos. -- Además de encontrar una relación inversa en ambas razas entre el porcentaje de concepción y el índice de temperatura humedad (ITH). Observaciones similares han mencionado otros autores-- (Johnson, 1965; Ingraham, 1974).

Fuguay et al., (1970) encontraron poca diferencia en el -- número de servicios por concepción en vacas lecheras entre -- estaciones del año. Sin embargo, el período de días abiertos -- fue mayor en las vacas que fueron servidas durante el verano -- comparándose con las otras tres estaciones del año.

3.5.2. Influencia del Estrés Térmico sobre el Balance Endócrino.- Los mecanismos fisiológicos por los cuales el estrés -- por calor produce sus efectos detrimentales todavía son tema de investigación. Existen evidencias experimentales de que al -- gunos desbalances endócrinos son un componente importante en -- el efecto detrimental del estrés térmico sobre la reproducción. La caracterización de los cambios endócrinos durante el estrés -- por calor puede ayudar a dilucidar como ejerce su efecto de -- detrimental la alta temperatura como un efecto indirecto por me -- dio del sistema endócrino.

La temperatura uterina es siempre mayor que la de la sangre arterial que irriga al útero (Gwazdauskas et al., 1974). La disipación del calor metabólico uterino depende del riego sanguíneo en el útero. Consecuentemente un aumento de la temperatura uterina durante el estrés térmico puede ser debido a un incremento en la temperatura de la sangre, un incremento en el calor metabólico uterino asociado con un alza en la temperatura corporal, o tal vez a una disminución del riego sanguíneo uterino asociada con la respuesta termorreguladora del animal.

Los estrógenos y la progesterona son las hormonas responsables de la regulación del riego sanguíneo al útero. La inyección de estrógenos en vacas (Román-Ponce et al., 1978a);-- ovejás (Román-Ponce et al., 1978b) y cerdas (Dickson et al., 1969), aumentan el flujo sanguíneo al útero. La inyección de progesterona con estrógeno disminuye la respuesta del flujo--sanguíneo al útero en comparación a cuando se inyecta el estrógeno solo (Anderson et al., 1977).

Los efectos del estrés por calor sobre el flujo sanguíneo al útero en ovejás y vacas ovariectomizadas no preñadas fueron evaluados después de la inyección de estradiol: En vacas expuestas a las radiaciones solares directas sin sombra durante el verano, el aumento del riego sanguíneo al útero después de la inyección de estradiol fue menor que con los mismos animales expuestos bajo condiciones de sombra efectiva. En ovejás ovariectomizadas, el estrés térmico redujo el incremento del flujo sanguíneo uterino inducido por estradiol en un 37% y una combinación de estrés térmico más una infusión de epinefrina redujeron el riego en un 55% (Román-Ponce et al., 1978). Consecuentemente el flujo sanguíneo al útero es sensible a la elevación de la temperatura uterina.

La disminución en el riego sanguíneo al útero puede también afectar por ende la disponibilidad de agua, nutrientes--

y hormonas al útero. Tales respuestas al estrés térmico por calor, pueden contribuir a un índice superior de mortandad embrionaria al principio de la preñez (Alexander y Williams, --- 1971; Román et al., 1978; Brown y Harrison, 1981; Brown y Han son, 1984; Ross et al., 1986).

Con el objeto de evaluar el efecto del estrés por calor sobre el reconocimiento materno en cerdas se llevaron a cabo diferentes investigaciones (Wettemann et al., 1984). Veintidos cerdas Yorkshire se usaron para evaluar el efecto de la alta temperatura ambiental durante los días 8 a 16 después de la monta, sobre la concentración de progesterona, corticoides y estradiol en plasma periférico. El grupo control estuvo a 23°C y el grupo bajo el estrés calórico a 35°C por 12 horas y 32°C por 12 horas del día 8 al 16 después de la monta diariamente en cámaras climáticas. La tasa de concepción se redujo en los grupos tratados aunque no significativamente. Se observaron 54% de gestaciones en los grupos tratados contra un 73% en el grupo control. El número de embriones por cerda fue similar para ambos tratamientos. La concentración de progesterona en plasma durante los 9 días hasta los 28 días de gestación fue similar entre el grupo control y el tratado. Por lo tanto no se observó un efecto del estrés térmico sobre la función lútea en las cerdas gestantes. La concentración de progesterona en el plasma sanguíneo fue similar para las cerdas control no gestantes, las cerdas control gestantes y las cerdas gestantes bajo el estrés térmico desde el día 9 hasta el 19 después del estro. La concentración de progesterona en el grupo control de no gestantes mostró una disminución drástica en el día 20. El grupo de cerdas no gestantes bajo efecto de estrés térmico mostró un decremento en los niveles de progesterona ( $P < 0.05$ ) en los días 13 a 19 después del estro comparado con el grupo control no gestante y todas las cerdas gestantes. Sin embargo, los niveles de progesterona en plasma de las cerdas no gestantes bajo estrés calórico no presentaron un decremento en las condiciones que usualmente se presenta--

desde el estro hasta el día 25. Las concentraciones de estradiol en plasma fueron mayores ( $P < 0.05$ ) en las cerdas no gestantes bajo estrés térmico comparado con el grupo control no gestante y todas las cerdas preñadas en los días 10, 11 y 12 después del estro. El incremento en los niveles de estradiol en las cerdas no gestantes bajo condiciones de estrés calórico fue precedida por una baja en los niveles de progesterona y pudo haber tenido un efecto detrimental sobre el desarrollo del "conceptus". El blastocisto puede sintetizar estrógenos in vitro alrededor del día 12 de la gestación (Gadsby y Heap, 1978; Flint et al., 1979) y estos a su vez pueden tener un efecto luteotrópico en las cerdas, (Gardner et al., 1963). El momento en el que incrementan los niveles de estrógenos es un factor importante para el reconocimiento materno.

Cuando los grupos de cerdas tratadas y control se trataron con ACTH en el día 16 después de la monta, se observó una interacción tratamiento por estado reproductivo para la concentración de corticoides y progesterona en plasma. La concentración de corticoides fue menor en el grupo de cerdas preñadas bajo estrés calórico comparado con: el grupo de cerdas gestantes estresadas, gestantes control, control no gestantes. Concentraciones de progesterona similares se encontraron disminuidas en el grupo de cerdas no gestantes estresadas durante las dos primeras horas después de la inyección de ACTH, -- comparado con los otros grupos tratados. Estos resultados sugieren que el estrés calórico puede alterar la secreción de esteroides procedentes de las glándulas adrenales (Wettemann et al., 1984).

La exposición de cerdas al estrés calórico causa un incremento en la concentración de ACTH en el plasma (Marple et al., 1972). La estimulación de la adrenal por excesivos niveles endógenos de ACTH podrían dar como resultado un decremento en la concentración de progesterona y de corticoides. Otros esteroides que pueden tener un efecto detrimental sobre la re--

producción pueden ser secretados por las adrenales de animales bajo estrés calórico ya que la adrenalectomía puede prevenir la mortalidad embrionaria causada por las altas temperaturas en la oveja (Tilton et al., 1972). Además la inyección con acetato de hidrocortisona a ovejas produce una disminución en la sobrevivencia embrionaria (Howart y Hawk, 1968).

Existen numerosos informes que describen los cambios endócrinos que se suceden durante el ciclo estral de la oveja y su relación con el desarrollo y maduración folicular (Baird, 1978; Baird y McNeilly, 1981; Baird, Swanston y McNeilly, 1981, Hansel y Convey, 1983). El efecto del estrés térmico de altas temperaturas y humedad relativa modifican los patrones de secreción de algunas hormonas relacionadas con la reproducción Hill y Alliston, (1981) informaron que en un medio ambiente de 36.1 C y 71% de humedad relativa producían en promedio 1.4 C de hipertermia en ovejas. Las ovejas que presentaban este grado de hipertermia mostraron un descenso en la manifestación del comportamiento estral y en el pico preovulatorio de LH esperado durante el estro. Además una baja ( $P < 0.05$ ) en los niveles plasmáticos de progesterona entre los días 7 y 13 del ciclo estral. En relación a la prolactina se observaron niveles seis veces más altos en las ovejas estresadas comparadas con el control. Los niveles de testosterona no fueron afectados por el efecto de la hipertermia. Estos resultados confirman que las altas temperaturas que producen hipertermia pueden inducir a desbalances hormonales en la oveja, que pueden contribuir al decremento de la eficiencia reproductiva.

Los bovinos expuestos a altas temperaturas sufren una modificación en la fisiología y algunos eventos durante el ciclo estral, el estro o en ambos (Koppel et al., 1984; Hernández y González, 1983). Esto tal vez debido a influencia sobre los patrones endócrinos propios del animal. Bajo condiciones naturales de estrés térmico se encontró en vacas Holstein puras y cruzadas con cebú una tendencia a presentar patrones me

nores de secreción de la hormona luteinizante y a la proporción estradiol progesterona durante el ciclo estral durante los meses en donde prevalecen las condiciones de temperatura ambiental y humedad más alta (Hernández et al., 1984).

La tensión térmica también modifica los niveles de hormonas relacionadas con el metabolismo. La acción del estrés térmico por calor en forma crónica produce un aumento en la eficiencia circulatoria. Se incrementan los mecanismos responsables de la pérdida de agua como una forma de disipación de calor y por ende la concentración o dilución de varios minerales reguladores de los procesos metabólicos. Ocurren también cambios en el consumo de alimento, balance energético y metabolismo protéico (Collier et al., 1982; Webster, 1983).

Las hormonas asociadas con el metabolismo tienden a disminuir en el plasma del ganado en forma crónica a temperaturas elevadas. Dentro de ellas se incluyen las hormonas: tiroideas (Collins y Weiner, 1962), hormona del crecimiento (Mitra, --- Christison y Johnson, 1972) y los glucocorticoides (Alvarez y Johnson, 1973). De ahí que la actividad tiroidea en los animales se deprima marcadamente en el verano y se eleve en el invierno (Johnson y VanJonack, 1976). La tiroidea ha sido objeto de muchas investigaciones relacionadas a sus reacciones en animales sometidos a la tensión térmica. Johnston y Ragsdale (1960) encontraron una reducción de la actividad tiroidea en novillos expuestos a elevadas temperaturas. Ryle, (1963) encontró que la proporción de embriones vivos, en ovejas mantenidas a 40 C se incrementaba con inyecciones de tiroxina. Concluyó además que la hipofunción tiroidea era el factor más crítico causante de la muerte embrionaria en ovejas mantenidas a temperaturas elevadas. Por lo contrario Howart y Hawk (1968), informaron que la tiroxina no tenía ningún efecto sobre la sobrevivencia embrionaria durante el período agosto---septiembre o noviembre-enero.

Elevadas temperaturas ambientales redujeron el porcentaje de sobrevivencia embrionaria en ratas intactas pero no la redujeron en ratas adrenalectomizadas pero con implantes corticales. (Fernández-Cano, 1958). Las ratas fueron expuestas a temperaturas de 39.4 C por cinco horas y cada dos días consecutivos siguientes al apareo. La sobrevivencia embrionaria, a los 15 días del apareo fue de 98% para el grupo control, 36% para el grupo tratado en los días 1 y 2 y 69% para el grupo tratado en los días 3 y 4. Las ratas adrenalectomizadas y sometidas a altas temperaturas en los días 3 y 4, mostraron 94% de sobrevivencia, lo cual no difería del grupo control. Se concluyó en estos resultados, que la extirpación de la glándula adrenal permitió que el porcentaje de sobrevivencia embrionaria en los animales sometidos a la tensión térmica los días 3 y 4 después del apareo fue similar al del grupo control. Sin embargo, el efecto de la extirpación de esta glándula durante el período crítico 1 y 2 días después del apareo no fue evaluado.

La supresión de las adrenales no mejoró la fertilidad en conejas expuestas a la tensión térmica (Howart, 1969), pero alteró la etapa del proceso reproductivo donde la fertilidad es afectada por las altas temperaturas. Se observó una reducción en el porcentaje de fertilización y un aumento en la producción de óvulos morfológicamente anormales. Posiblemente un aumento de las temperaturas rectales, como consecuencia de la tensión térmica sobre las conejas adrenalectomizadas, pudiera ser responsable por la alteración de la etapa del proceso reproductivo que es afectada.

El suministro de la hormona adrenocorticotrópica (ACTH) aumentó la mortalidad embrionaria en ratas intactas pero no sucedió en las ratas adrenalectomizadas (Velardo, 1957). Igualmente, la administración de hormona adrenocorticotrópica y cortisona interrumpió la preñez en conejas y ratones (Robson y Sharaf, 1952). Resultados obtenidos por Howart y Hawk, (1968)

sugieren que la hiperactividad adrenal pudiera ser un factor-contribuyente en la existencia de efectos adversos de condiciones ambientales de estrés sobre la reproducción. Inyecciones de acetato de hidrocortisona por cuatro días, comenzando el día de la aparición del celo, no tuvieron ningún efecto sobre la fertilización pero redujeron significativamente la sobrevivencia embrionaria durante la época de fines del verano y comienzos del otoño. Experimentos similares, efectuados durante los meses de invierno, no mostraron ningún efecto sobre la fertilidad. Thwaites, (1970) informó que el suministro de progesterona, tiroxina y cortisol, no afectaban la sobrevivencia embrionaria de ovejas sometidas a estrés por calor.



### 3.6. PROCESOS REPRODUCTIVOS EN LA OVEJA

3.6.1. Aspectos Generales.- La oveja es considerada generalmente como poliéstrica estacional. Sin embargo, se ha observado una gran variación en el largo de la estación de la actividad sexual. Algunas ovejas salvajes son monoéstricas (Asdell, 1946) mientras que la mayoría de las ovejas domésticas se comportan como poliéstricas estacionales (Frank y Appelby, 1943).

Indistintamente del hemisferio donde se encuentren la época de apareamiento se manifiesta desde el principio del otoño hasta finales del invierno. Esta manifestación coincide con la estación reproductiva o apareamiento de las ovejas no domesticadas (Hafez 1952; Ortovant 1964). Por otro lado, se han observado variaciones durante el inicio y el final de la estación reproductiva dependiendo de la raza ovina y de la latitud en la que se encuentren los animales (Beaty y Williams, 1971a; Beaty y Williams, 1971b; Williams 1974; Williams 1975; Williams 1977). En algunas razas ovinas de las llamadas tropicales como la Tabasco o Pelibuey, la estacionalidad reproductiva es menos marcada en relación con las ovejas de lana (Castillo, et al., 1972).

Se ha observado que la estacionalidad de las ovejas está directamente relacionada con el fotoperíodo (Mc Donald, 1978). La disminución de las horas luz, es sin duda el regulador más importante del comienzo de la actividad reproductiva. Esto a su vez es controlado por la actividad de la glándula pineal-- regulada por medio de la melatonina (Nett y Niswender 1982 ;-- Howland et al., 1984; Yellan et al., 1985). En contraste a -- los trabajos anteriores, también se ha demostrado un efecto -- positivo de un fotoperíodo artificial con un "día largo" sobre los índices de concepción y parición (Pijoan, 1984).

La estacionalidad de las ovejas no solamente involucra la actividad reproductiva per se, sino que además se ven afecta-

dos algunos parámetros reproductivos específicos, dependiendo de la etapa de la estación reproductiva, (Ward, 1980). De esta forma, se observa que a la mitad de la estación reproductiva hay una menor duración del ciclo estral (Hammond 1944) y una mayor duración del estro (McKenzie y Terril 1937); comparado con el inicio o final de dicha estación. Asimismo en el transcurso de la estación reproductiva se observa un incremento de los índices de ovulación y parición, para luego descender nuevamente cuando se acerca la época del anestro estacional (Glimp, 1981; Hendy y Bowman, 1974, Hulet et al., 1974a; Hulet et al., 1974b; McNeilly y Land, 1979).

3.6.2. Descripción del Ciclo Estral de la Oveja.- El ciclo estral en la oveja se caracteriza por cambios cíclicos en la morfología de los órganos reproductivos y también en su comportamiento. Se puede definir como el intervalo de tiempo que existe entre dos períodos de estro. Donde la presentación del estro marca el inicio del ciclo estral y por conveniencia se suele designar como día cero. Los principales eventos del ciclo estral en la oveja se dividen en base a diferentes acontecimientos relacionados con el crecimiento folicular (2-3 días) y los asociados con el desarrollo del cuerpo lúteo (13-14 días) (Karsch, 1984). Los primeros se subdividen en dos períodos: Proestro (2 días) y estro (1 día); (Karsch, 1984). El período de desarrollo del cuerpo lúteo (CL) puede dividirse a su vez en dos períodos; metaestro (2 días) y diestro (11-12 días) (Mc Donald, 1978). Estas fases se suceden de manera cíclica y secuencial excepto por los períodos de anestro estacional o el provocado por la gestación y el período post-parto.

3.6.3. Control Neuroendócrino del ciclo Estral.- El control neuroendócrino del ciclo estral está dado por la interrelación que existe entre el sistema nervioso central, hipófisis, gónadas y órganos reproductivos. Se ha demostrado que la secreción de la hipófisis anterior está regulada por el comple-

jo hipotalámico neurovascular (Harris 1955, Everett 1972; --- Schally et al., 1973; Sawyer 1975a y 1975b). Los factores liberadores son fundamentales en la regulación de la función -- hipofisiaria y de alguna manera otras sustancias como son la epinefrina, norepinefrina y dopamina también se encuentran in voluocradas en la regulación de la actividad hipotalámica e hi pofisiaria (Swartz y Moberg, 1985).

El mecanismo de control hormonal del ciclo estral está da do básicamente por mecanismos de retroalimentación tanto posi tivos como negativos sobre el hipotálamo y la hipófisis. Las gonodotropinas folículo estimulante (FSH) y la hormona lutei nizante (LH) provenientes de la hipófisis anterior estimulan el crecimiento folicular y la función lútea. Las hormonas esteroides producidas en los ovarios actúan estimulando o inhi biendo a nivel de sistema nervioso central, por un lado el--- comportamiento sexual y por el otro a través del hipotálamo-- la producción de gonadotropinas (Ganong, 1977).

El largo del ciclo estral está controlado por la vida fun cional del cuerpo lúteo, y la secreción de progesterona. La-- vida del cuerpo lúteo funcional está en relación directa de - la producción de prostaglandinas provenientes del útero no -- grávido (Del Campo y Ginther, 1973).

#### 3.6.4. Perfiles Hormonales durante el Ciclo Estral de la Oveja.

3.6.4.1. Factor Liberador de las Gonadotropinas (GnRH).- El-- hipotálamo controla la liberación de las hormonas de la hipófisis anterior ( gonadotropinas) por medio de neuro-hormonas o la GnRH (Fink, 1979). La GnRH es secretada por neuronas localizadas en la base del hipotálamo. Se han encontrado fuentes suplementarias de GnRH en otras áreas del cerebro como la pineal (White et al., 1974). La GnRH llega a la hipófisis a - través de los vasos portales para ejercer su acción sobre un-

tipo de células específicas. La secreción de la GnRH es en forma intermitente o descargas episódicas (Carmell et al., 1976; Levine et al., 1982). El aislamiento de GnRH ovino se reportó desde 1971 (Amoss et al., 1971; Matsuo et al., 1971). Posteriormente Monahan et al., (1971) propuso que la estructura química era de un decapeptido.

La capacidad de obtener en forma sintética GnRH (Matsuo et al., 1971), ha dado la oportunidad de producir anticuerpos y desarrollar una técnica de radioinmunoanálisis específica (Nett et al., 1973; Keye et al., 1973; Jeffcoate et al., 1973; Kerdelhué et al., 1973; Arimura et al., 1973). Particularmente alrededor del estro, ya que en otras fases del ciclo estral, como el diestro, los niveles son tan bajos a nivel periférico, que no son detectables.

Jonas et al., (1975) realizaron un estudio para detectar los niveles plasmáticos de GnRH y LH alrededor del estro, cuando las borregas mostraron pleno y claro comportamiento estral. Los niveles de GnRH fueron de 0 a 60 pg/ml. En el día del estro, se observó el pico preovulatorio de la LH pero los niveles de GnRH en plasma no tuvieron alteración significativa antes, durante o después de este pico. El problema de encontrar niveles muy bajos o no detectables de GnRH a nivel periférico tal vez sea debido a que la vida media de este decapeptido en plasma es muy corta (Nett et al., 1973). Se piensa que la GnRH solo aparece en la circulación periférica en un período muy breve inmediatamente después de una descarga secretora. De tal manera que se considera que la aparición de GnRH ocurre antes de que la de LH y FSH al momento del estro (Salamon et al., 1973; L'Hermite et al., 1972; Hopkinson y Pant, 1973) o también cuando las borregas están en anestro después de la inyección de estradiol (Jonas et al., 1973). Otros autores han observado una variación muy amplia en los niveles de GnRH en plasma usando diferentes anticuerpos. Así Kerdelhué--

et al., (1973a; 1973b) encontraron un solo pico de 6ng/ml de GnRH durante el estro. Contrariamente Jeffcoate et al., (1973), observaron picos intermitentes (cientos de pg/ml hasta más de 10 ng/ml). Por su parte Crighton et al., (1973) observaron niveles basales de < 10 pg/ml durante y después del pico preovulatorio de LH de ovejas en plena manifestación de estro. Se ha demostrado que el tratamiento con  $17\beta$  estradiol produce la liberación de LH y FSH en borregas que están en anestro (Goding et al., 1969; Jonas et al., 1973); de la LH en ovejas castradas (Scaramuzzi et al., 1971) y en ovejas ciclando (Bolt-et al., 1971). Se observó que existe una tendencia de los niveles de GnRH a ser elevados justo antes de la liberación de LH en las ovejas que se trataron con  $17\beta$  estradiol (Nett et al., 1974).

Con el fin de cuantificar el contenido de GnRH durante el ciclo estral en diferentes extractos cerebrales tales como el tallo de la eminencia media (SME), tejido hipotalámico (HP), y tejido preóptico-supraquiasmático (PO-SC) con la técnica de RIA; se utilizaron borregas Suffolk durante la estación reproductiva (Wheaton 1979). Las borregas se sacrificaron a diferentes días del ciclo estral: Fase lútea media (días 3-8); lútea tardía (10-14) y proestro-estro (días 15-17 y 1,2).

Se encontró en los extractos de SME durante la fase lútea media aproximadamente 36 ng de GnRH. Estas concentraciones durante el proestro-estro fueron de 58 a 60 ng. El contenido de GnRH en HP fue de 11 ng y no variaron significativamente durante las demás fases del ciclo estral. Las cantidades observadas de GnRH en HP y SME mostraron una correlación significativa ( $r=0.65$ ;  $P < 0.01$ ) desde la fase lútea media hasta la lútea tardía. Estas concentraciones durante el proestro y el estro fueron de menor significancia. El 77% del total de GnRH se encontró en SME, el 19% en tejidos adyacentes de la parte superior de la misma el 3% en tejidos de PO-SC. White et al., (1974) menciona cantidades similares en extractos de SME de--

ovinos.

3.6.4.2. Hormona Luteinizante y Hormona Folículo Estimulante.- Las gonadotropinas consisten en dos cadenas  $\alpha$  y  $\beta$ , donde la cadena  $\alpha$  es similar entre las gonadotropinas de las diferentes especies, mientras que la  $\beta$  es específica, además de poseer la actividad biológica pero solo unida a la cadena  $\alpha$ .

Las gonadotropinas son producidas en el lóbulo anterior-- de la hipófisis bajo el control de GnRH transportada desde el el hipotálamo vía sistema porta-hipotálamo-hipofisiario. La-- FSH y la LH son secretadas por células de las denominadas basófilas. Se ha observado que la secreción puede estar influen-- ciada por progesterona ejerciendo un efecto de retroalimenta-- ción tanto negativo como positivo (Heill y Smith 1974). Por-- otra parte parece ser que algunos metabolitos de la progesterona juegan un papel importante en la secreción de gonadotropinas (Zanisi y Mortini, 1975).

Control Neuroendócrino de la Secreción de LH.- Existen va-- rios trabajos donde mencionan que el patrón de secreción de -- LH en animales ovariectomizados se caracteriza por breves -- turnos intermitentes de liberación procedentes de la hipófi-- sis anterior (Dierschke et al., 1970). Sin embargo, éste pat-- rón de secreción prevalece en presencia de las gónadas (Lin-- coln y Short, 1980). Este tipo de secreción intermitente re-- flecta la actividad de un oscilador neural (un generador pulsá-- til de LH) el cual dirige una descarga episódica de GnRH des-- de las terminaciones nerviosas hipotalámicas para converger -- al sistema porta hipofisiario y llegar directamente hacia la-- hipófisis anterior (Carmell et al., 1976; Levine et al., 1982; Karsch et al., 1983).

Niveles de LH.- En la oveja existe una relación inversa-- entre los niveles medios de LH y progesterona (Wheaton et al.,

1984). Los niveles más altos de LH se observaron en las fases iniciales y final del ciclo estral que es cuando los niveles-circulantes de progesterona son bajos, mientras que en la fase media del ciclo estral (días 7 al 12) los niveles medios--de LH son los más bajos cuando los de progesterona se encuentran altos (Hauger et al., 1977). Al principio y al final del ciclo cuando los niveles circulantes de progesterona se encuentran disminuídos ( $< 0.6$  ng/ml), se manifiesta una elevada --frecuencia en el número de descargas de LH (5 a 7 descargas/6 horas), mientras que cuando los niveles de progesterona se encuentran elevados 2 a 4 ng/ml, sobreviene una disminución --considerable en el número de descargas de LH (0 a 2 descargas/6 horas). Se sugiere que en ovejas la progesterona puede inhibir la secreción tónica de LH (Poster et al., 1975; Scaramuzzi et al., 1971). Scaramuzzi et al., (1971) mencionan valores de LH en sangre periférica de ovejas de aproximadamente 30 --ng/ml en el día 16, y valores menores de 2 ng/ml en los demás días del ciclo estral.

Existe cierta discrepancia en la información existente en relación a la aparición del pico preovulatorio de LH y la duración del mismo. Pant et al., (1977) mencionan que la concentración de LH en plasma de ovejas permanece baja (2.59 ng/ml) desde las 25 horas después de la aparición del estro hasta el principio del siguiente estro. La concentración comienza a aumentar 6 horas después del inicio del estro alcanzando su valor máximo (75.3 ng/ml) alrededor de las 9 horas. Después la concentración declina marcadamente llegando a los valores bajos nuevamente a las 19.7 horas después del estro. Contrariamente Robertson y Rakha (1966) mencionaron que la secreción--preovulatoria de LH empieza junto con el inicio del estro y --que termina durante las primeras 6 horas. Por su parte Goding et al., (1969) observaron que ésta ocurre de 4 a 16 horas después del inicio del estro y que la duración es de aproximadamente 10 horas. Esto concuerda con los resultados de Kann, --

(1971) que menciona que el pico de LH ocurre 4 a 5 horas ó 10 a 11 horas después del inicio del estro y que éste dura aproximadamente 15 horas.

Se han encontrado diferencias entre las diferentes razas-ovinas en relación al intervalo estro-pico preovulatorio duración del mismo y concentración máxima. Lo anterior tal vez debido a la fertilidad característica de cada raza. Wheaton et al., (1977); mencionaron para el intervalo celo-pico preovulatorio (hr), duración (hr) y concentración (ng/ml) de LH valores de 9.9; 16.5; 27.9 para la raza Finn; 1.4; 14.3; 185 para la raza Suffolk; y 4.8; 16.0; 178 para la raza Finn X Suffolk respectivamente. Se observaron diferencias estadísticas --- ( $P < 0.25$ ) entre razas en la variable de intervalo estro-pico preovulatorio de LH.

Otros trabajos de investigación (Land et al., 1973; Bindon et al., 1979) indican que razas como la Romanov y Finish-Landrace que son de las denominadas de alta fertilidad, muestran un retardo en la liberación de LH en relación a las de menor fertilidad como es el caso de la Solognote, Ile de France y Prealpes. Por otro lado Quirke et al., (1981) observaron algunas diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre borregas-adultas y corderas en lo referente a el intervalo inicio del estro-liberación de LH, (6.4 vs 3.8 horas). Mientras que la duración de la descarga fue de 8.1 vs 8.0 horas y la concentración máxima en plasma fue de 100.0 vs 93.4 ng/ml respectivamente.

Otros autores mencionan en ovejas adultas que el intervalo entre el inicio de la descarga preovulatoria de LH y la ovulación es relativamente constante (21-26 horas) y la ovulación ocurre alrededor del fin del estro (Robinson 1959; Parsons et al., 1967; Holst y Braden, 1972; Cumming et al. 1973).-

Niveles de FSH.- La FSH está involucrada en la estimula--



ción del crecimiento y desarrollo folicular (Greep 1961), y está íntimamente relacionada con el pico de estradiol observado de los días 3 a 4 después del estro (Holst et al., 1972). Sin embargo existen algunas investigaciones en las que no se ha encontrado relación entre el desarrollo folicular y la concentración de FSH. La concentración de FSH presenta una disminución gradual en los 2 ó 3 días antes del estro, que es precisamente el tiempo cuando ocurre la última onda de crecimiento folicular (Smeaton y Robertson, 1971; Pant et al., 1977). Por lo tanto se puede especular que ésta última onda de crecimiento tal vez sea consecuencia de un incremento en la utilización de la FSH circulante más que un aumento en la secreción de la misma como se había mencionado con anterioridad -- (L'Hermite et al., 1972; Pant et al., 1977).

Pant et al., (1977) encontraron que los niveles sanguíneos de FSH a nivel periférico mostraron claramente dos picos después del inicio del estro. El primero (171.0 ng/ml) coincide con el de la LH lo que concuerda con Wheaton et al., (1984); y el segundo (133.0 ng/ml) que ocurre 24 horas después, en un momento en que los niveles de LH son bajos. En promedio la concentración para las otras fases del ciclo estral que mencionan estos autores es de 61.9 ng/ml y 65.0 ng/ml. Wheaton et al., (1984) encontraron niveles altos de FSH en los días 1, 6, 7 y 12 y niveles bajos en el día 0, 3, 4 y 16 del ciclo.

En otros trabajos no encontraron diferencias significativas en los niveles plasmáticos de FSH a las 6, 12, 15, 18 y 30 horas así como a los 13 y 15 días después del estro (Bjersing et al., 1972). Miller, Nordheim y Ginther (1981) detectaron que las concentraciones de FSH fueron mínimas en los días 1 y 2 antes del estro (1.5 a 4.5 ng/ml). Estas concentraciones se incrementaron drásticamente durante el estro (13.5 ng/ml) y fluctuaron grandemente en el diestro. Aunado a lo anterior se han observado variaciones en los niveles séricos de FSH a través del ciclo hasta 500% en un mismo animal (Mc Nei-

lly et al., 1976); así como en el mismo animal de hora a hora (Salomonsen et al., 1973). Contrariamente a lo que sucede con el control de secreción de LH por la progesterona se detectó - que ésta última no influye en el patrón de secreción de FSH,-- (Wheaton et al., 1984).

3.6.4.3. Hormonas Esteroides: Progesterona y Estradiol  $17\beta$ .-- El ovario es la fuente de las dos hormonas esteroides más importantes y biológicamente activas: el estradiol- $17\beta$  procedente del folículo y la progesterona ( $P_4$ ) que se produce en el cuerpo lúteo. Estos esteroides son compuestos formados por la configuración del ciclo-pentano-peridrofenantreno, y los más importantes desde el punto de vista reproductivo por su actividad biológica (Heap y Flint, 1979; Henricks y Mayer, 1977).

Niveles de Progesterona.- Durante el ciclo estral de la oveja, la  $P_4$  presenta variaciones cíclicas en los niveles sanguíneos periféricos. Los niveles basales en la concentración (0.2 ng/ml) se observan alrededor del día 4 del ciclo, después se estabiliza (2-4 ng/ml) por el día 7, y declina rápidamente en el día 5, alrededor de las 36 horas antes del estro (Robertson 1977). La concentración basal (0.2 ng/ml) también se observa en borregas ovariectomizadas y en anestro por lo que se puede especular que en animales ciclando los niveles detectados durante la fase del estro tal vez provengan de otra -- fuente adicional que no sea el ovario como pueden ser las--- glándulas adrenales (Sarda, Robertson y Smeaton 1973; Thor--- burn, Bassett y Smith 1969).

Pant et al., (1977) mencionan un patrón cíclico en la concentración de  $P_4$  en plasma. A partir del quinto día del ciclo mostró una elevación (1.6 ng/ml) y un pico de 3.7 ng/ml entre los días 7 y 13, seguidos de una baja alrededor de las 36 horas que preceden al siguiente estro.

Sarda et al., (1973) observaron una actividad bifásica en

relación a la concentración de  $P_4$  durante la fase lútea consistente en una elevación (204 ng/ml) alrededor del día 10 y una segunda elevación alrededor del día 14. Posteriormente -- los niveles disminuyen notablemente en el día 15 del ciclo, -- regresando a niveles bajos (0.1 - 0.2 ng/ml) en el día del estro ó día 0. Por otra parte Stabenfeldt, et al., (1969) encontraron resultados que difieren un poco con los autores antes--descritos. Mencionan para ovejas de la raza Dorset y Rambouil--llet niveles elevados de  $P_4$  en plasma los que se mantienen -- hasta el día 16 y posteriormente sufren una caída abrupta en--el día 17 del ciclo hasta llegar a niveles de 0.6 ng/ml aproximadamente 24 horas antes de la aparición del siguiente calor. Existe información acerca de las diferencias que existen en--tre razas en relación a los niveles plasmáticos de  $P_4$ . Si se--asume que las razas con alto índice de ovulación como la Fi--nish Landrace, tienen ovulaciones múltiples y por lo tanto 2--ó más cuerpos lúteos funcionales a la vez, se encontraron ni--veles mas altos de  $P_4$  que las razas con índices de ovulación--bajos como es el caso de la Galway. Por esto se sugiere una--relación directa entre el número de cuerpos lúteos con los niveles de  $P_4$  circulantes (Quirke y Gosling, 1975).

Niveles de Estradiol  $17\beta$  .- De los cambios en los nive--les hormonales durante el ciclo estral en la oveja los principales son los relacionados con los niveles de estrógenos, específicamente de estradiol  $17\beta$ , ya que éste cambio el cual ocurre en la fase preovulatoria estimula la liberación súbita de LH que es necesaria para la ovulación (Baird y Scaramuzzi, 1976; Baird et al., 1976; Bindon et al., 1979). El incremento de estradiol que se observa en la fase preovulatoria del ciclo es el que estimula el aumento súbito de gonadotropinas (Nis--wender et al., 1968). Se observó que aplicando estradiol exó--geno induce a un incremento súbito en la concentración de LH--(Howland et al., 1971).

Asimismo se ha observado que la LH puede estimular la se--

creción de estradiol tal vez proveniente de los folículos preovulatorios (Baird et al., 1976). Se mencionó que cada pulso de LH era seguido por un incremento en la concentración de estradiol en el flujo venoso de las ovejas. Los mayores incrementos en la concentración de estradiol observados en la circulación se detectaron cuando las de LH eran relativamente altas. El primer incremento ocurre en la fase lútea temprana y la otra entre 2 a 3 días antes de la aparición de la elevación súbita de LH (Hauger et al., 1977).

Pant et al., (1977) mencionan que la concentración de estradiol comienza a aumentar de 12 a 14 horas antes de la aparición del estro desde los valores de 11.2 pg/ml de la fase lútea hasta 21.1 pg/ml observados a las 8 hr antes del estro. También se ha encontrado que existe un efecto del tipo de pulsación de LH sobre la secreción de estradiol durante las diferentes fases del ciclo estral de la oveja. Baird et al., (1976) observaron que dentro de los 5 minutos del pulso de LH, la secreción de estradiol (proveniente exclusivamente del folículo) subió rápidamente de los niveles basales de 0.75 ng/ml -- hasta alcanzar un valor máximo de 2.16 ng/ml en aproximadamente 30 minutos.

En la fase folicular del ciclo, las pulsaciones típicas de LH sensibilizan al folículo de Graff estimulando la secreción de estradiol. Por lo tanto entre este período y la ovulación se observa un aumento paulatino de estradiol. (Baird -- 1978). Sin embargo, cuando ocurre la secreción preovulatoria de LH, la de estradiol baja drásticamente observándose niveles bajos durante las 24 horas siguientes al pico preovulatorio de LH (Baird y Scaramuzzi 1976; BJersing et al., 1972).

3.6.4.4. Niveles de Prostaglandina  $F_2 \alpha$  .- Con el fin de evaluar los niveles de  $E_2$ ,  $P_4$  y prostaglandina  $F_2 \alpha$  en el drenaje venoso útero-ovárico, Baird et al., (1976) condujeron un experimento a través de 6 ciclos estrales de 2 borregas con--

autotrasplantes útero-ováricos. Se observó la regresión funcional del cuerpo lúteo acompañada de una caída en la secreción de  $P_4$ , la cual ocurrió en el día 12 ó 13 aproximadamente, 4 días antes del inicio del estro.

En cinco de los seis ciclos estudiados, el primer aumento significativo de la secreción de  $PGF_2 \alpha$  ocurrió en los días 12 a 14 al mismo tiempo que disminuía la  $P_4$ . Sin embargo, la liberación máxima de  $PGF_2 \alpha$  se observó un día antes del inicio del estro. Con lo anterior, se especula que el útero solo produce  $PGF_2 \alpha$  después de haber sido sensibilizado por la  $P_4$  (7 a 10 días) que concuerda con estudios posteriores (Baird - 1978). También se observó que la susceptibilidad del cuerpo lúteo a ser lisado, ocurre cuando los niveles de LH son bajos -- aproximadamente en los días 12 a 13 del ciclo estral. En el día 13 la  $PGF_2 \alpha$  pasa a través de las paredes venosas del útero hacia las arteriales del ovario ocasionando una baja en la secreción de  $P_4$  y ésta a su vez estimula la producción de más  $PGF_2 \alpha$  para que ocurra la regresión del cuerpo lúteo --- (Baird y McNeilly 1981).

Por otra parte Wilson et al., (1972) midieron los niveles de prostaglandinas  $F_2 \alpha$ ,  $F_1 \alpha$  y  $E_2$  en el endometrio uterino. Encontraron en 35 ovejas con cuerpo lúteo que los niveles de  $PGF_2 \alpha$  en el día 14 fueron diferentes a los demás días del ciclo estral. Los valores de los niveles de  $PGF_2 \alpha$  (ng/g) en el cuerno adyacente al cuerpo lúteo en los días 3, 5, 11 y 14 del ciclo fueron: 27, 60, 78 y 202 respectivamente. También se observó que no hubo diferencias en el contenido de  $PGF_2 \alpha$  entre los cuernos ipsilateral o el opuesto al cuerpo lúteo. El incremento de  $PGF_2 \alpha$  observado en el día 14 del ciclo comparado con los demás días puede ser de importancia fisiológica ya -- que con anterioridad los trabajos de Moor y Rowson (1966a,b), mostraron que transfiriendo embriones a receptoras en el día 12 del ciclo estral lograban mantener el cuerpo lúteo más ---

allá del día 16 del ciclo, sin embargo, los transferidos en el día 13 del ciclo no lograron mantener el cuerpo lúteo funcional y estos regresaron en el tiempo normal.

### 3.7. COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE LA OVEJA PELIBUEY

El borrego Tabasco o Pelibuey pertenece al grupo de los denominados borregos tropicales o de pelo. En las últimas décadas esta raza se ha adaptado al ambiente cálido y húmedo -- característico de las áreas tropicales, y ha tenido una creciente popularidad y aceptación dentro de las explotaciones -- ganaderas localizadas en clima tropical (Berruecos, 1980). Da da su importancia se han realizado investigaciones con el objeto de evaluar su comportamiento productivo y reproductivo.

Los primeros estudios que se realizaron fueron en relación al porcentaje de fertilidad; (Castillo, Valencia y Berruecos 1973; Castillo et al., 1974). Se encontraron porcentajes elevados de fertilidad comparados con el ganado ovino lanar. -- Posteriormente Heredia y Rojas (1983), mencionaron niveles de hasta 90.9%. Estos resultados determinaron en gran parte la atención de los investigadores y se le consideró como una especie animal con muy buen potencial para producir carne en -- condiciones tropicales.

Tomando como inicio de la pubertad las hembras que manifestaron por primera vez estro (Cole y Cupps, 1969; Roberts, 1971), Castillo et al., 1977) condujeron un estudio utilizando 29 borregas de la raza Tabasco destetadas entre los 75 y 90 días de edad. Con anterioridad se había determinado que -- ésta era la edad más benéfica tanto para la cría como para la tasa de concepción posparto de la borrega. (Castillo et al. 1977) encontraron una edad y peso a la pubertad de  $300.3 \pm 61.1$  días y  $22.8 \pm 2.7$  kg.

Esta edad y peso fue ligeramente mayor al mencionado para ganado ovino del tipo lanar. Sin embargo, fue coincidente con el encontrado en razas de ovinos tropicales por otros autores (Williamson y Payne, 1968). Por otra parte Heredia y Rojas -- (1983) mencionan una edad y peso a la pubertad de 10 meses y

24 a 25 kg. En otros estudios con borregas Tabasco se observó un efecto del sistema de alimentación y la época de nacimiento-- así como la respectiva interacción sobre la aparición de la-- pubertad Ponce de León et al., (1981).

La duración del estro y porcentaje de parición también -- han sido estudiados; Castillo et al., (1977) observaron para-- corderas vírgenes que la duración del estro fértil fue de --  $29.7 \pm 9.4$  hr., para borregas vacías de  $31.2 \pm 6.7$  hr., y pa-- ra borregas lactantes de  $25.8 \pm 6.7$  hr. Para los porcentajes-- de parición se observaron 97.7, 100.0 y 75.9% para corderas - vírgenes, vacías y lactantes respectivamente. En este mismo-- trabajo se observó que los porcentajes de fertilidad tendían-- a mejorarse conforme avanzaba el período posparto, lo cual -- concuerda con lo que sucede con ganado bovino productor de -- carne con cría al pie (Wiltbank, 1970; Cunha, Warnick y Koger, 1967). Por otro lado, se han observado diferencias en rela--- ción a la duración del estro en borregas Tabasco; mientras -- que Heredia y Rojas (1983) mencionan una duración de 24 a 48-- hr. Padilla et al., (1985) observaron una duración de 25.3 -- hr. Estos valores concuerdan con lo citado para razas ovinas-- del tipo lanar (Mc Donald, 1978). El ciclo estral en borregas Tabasco también ha sido caracterizado y estudiado (Valencia - et al., 1974; Peña, 1976) determinaron que la duración del ci-- clo estral era de 16 a 20 días.

Se ha determinado la efectividad de la presencia del ma-- cho en la manifestación y detección del estro en borregas Ta-- basco. Se observó que en los primeros 16 días de empadre se-- presentaban los mejores porcentajes de manifestación y agrupa-- ción del estro 77.4% del grupo de borregas con macho contra - 6.9% del grupo control sin presencia del macho. En los 16 dí-- as restantes del empadre se observaron valores de porcentajes de estros observados de 71.7 vs 48.1 para el grupo de borre-- gas con macho y el control respectivamente Padilla et al., --- (1981).



Se ha demostrado también que las borregas androgenizadas son eficientes en la detección de estros en ovejas Pelibuey - en comparación con machos desviados (85.4 vs 62.2%) respectivamente (Quintal et al., 1985).

Con el fin de reducir el intervalo parto-primer celo -- (IPPC) se han estudiado algunas modalidades en el manejo de la lactancia de corderos Pelibuey; Leyva et al., (1983) no encontraron efecto benéfico de la lactancia controlada y destete precoz sobre la reducción IPPC en la oveja Pelibuey, pero si encontraron un efecto détrimental sobre la sobrevivencia - de los corderos. Sin embargo Rodríguez, Heredia y Quintal (1985) observaron una tendencia a reducir el intervalo parto primer celo en ovejas sometidas a destete temporal sin afectar el -- crecimiento de los corderos.

La duración de la gestación en borregas Tabasco ha sido -- estudiada; (Valencia et al., 1975; Peña, 1976) encontraron un promedio de 149 a 150 días de gestación, mientras que Casti-- llo, (1972) menciona valores de 147 a 150 días y (Heredia y - Rojas, 1983)  $149.3 \pm 3$  días, estos valores concuerdan con los que se mencionan para ovejas domésticas del tipo lanar (Mc -- Donald, 1978).

Con el fin de evaluar el potencial y capacidad reproductiva se estudió la frecuencia de las pariciones de la raza Ta-- basco y se observó un intervalo entre partos que fluctúa de 229 a 271 días (Castillo et al., 1972; Valencia et al., 1975; Peña, 1976). Actualmente se están realizando estudios con el fin de obtener tres partos en dos años, esto con ayuda de algunas modalidades de manejo de la lactancia y monta controlada.

Por otro lado se han observado valores de fecundidad muy aceptables: (Castillo, 1972; Heredia y Rojas 1983) mencionan -- porcentajes que van de un 70 a un 90. Tomando en cuenta que --

la fecundidad o proliferación significan productos adicionales durante el parto, estos valores prometen una buena alternativa. Asimismo el número de corderos nacidos por borrega -- parida fluctúa de 1.18 hasta 1.29 (Castillo et al., 1974; --- Valencia et al., 1975; Mason, 1978).

En relación a la endocrinología reproductiva de ovejas de pelo existe muy poca información. González, Alba y Foote --- (1981), estudiaron los perfiles de progesterona ( $P_4$ ) y hormona luteinizante (LH) en la gestación de la oveja Pelibuey. Observaron que los niveles de LH variaron de .81 a 1.28 ng/ml de suero en las tres primeras semanas de la gestación, lo mismo que al final de ésta y principalmente del período posparto (.9 a 1.6 ng/ml). Los niveles altos 8.2 ng/ml se detectaron alrededor del día 135 de la gestación para después bajar a 1.2 ng/ml el día del parto.

## IV. MATERIAL Y METODOS

4.1. LOCALIZACIÓN Y ANIMALES EXPERIMENTALES. El estudio se realizó en el Campo Experimental Pecuario "La Posta" de Paso del Toro (CEPP), ubicado en el Municipio de Medellín, Veracruz; -situado geográficamente a los 15 18' latitud norte y a los 96 10' longitud oeste, la altura sobre el nivel del mar es de -- 12 m. Durante el otoño y el invierno se presentan vientos cíclicos con periodicidad de 5 a 14 días y una velocidad que -- fluctúa de 15 a 110 km por hora. El clima de la región de a-- cuerdo a la clasificación de Koeppen, es caliente subhúmedo - Aw con lluvias en verano (García, 1973). La temperatura prome-- dio es de 25C, la humedad relativa de 77.4% y la precipita-- ción pluvial anual de 1208 mm.

Se utilizaron 70 borregas de la raza tabasco o pelibuey en buenas condiciones físicas, de diferente edad y número de parto con 30 días posparto. El estudio se llevó a cabo en dos épocas del año. La época caliente (EC) de mayo a septiembre y la época fría (EF) de octubre a marzo. Las borregas se distri-- buyeron al azar en los tratamientos con sombra (CS;n= 37) y - sin sombra (SS;n= 33). En la EC quedaron 40 borregas y en la EF 30. Con el fin de que en todos los grupos experimentales - quedaran los animales homogéneamente distribuidos, se hicie-- ron grupos de acuerdo a edad, peso y número de parto de la bo-- rrega. Las crías de las borregas en ambos tratamientos y épocas se manejaron en forma similar. Diariamente a las 18:00 hr se juntaba con las borregas y permanecían hasta las 7:00 hr del día siguiente. Después de ésta hora las crías permanecie-- ron en un corral común durante las horas del día de mayor ra-- diación solar.

El régimen alimenticio fue similar durante las dos épocas del año en ambos grupos experimentales. Se suministró -- diariamente un concentrado a razón de 550 g por animal. El -- concentrado se elaboró en base a subproductos agroindustriales

de la región. La composición proximal y el análisis bromatológico aparece en el cuadro 1. Se proporcionó además ensilaje - de sorgo, agua y sales minerales a libertad. Las borregas del tratamiento CS se alojaron durante el período experimental en una área de  $60 \text{ M}^2$ , la cual estuvo provista de sombra. La zona de sombreadero era de piso de cemento con techo de lámina de asbesto a una altura del piso en el centro de 3.80 m y en su parte mas baja 2.60 m. Los bebederos y comederos estaban dentro del sombreadero. Anexo a esta zona se localizaba un corral de manejo bajo techo donde se realizaron todas las mediciones del comportamiento de las borregas. Las borregas del tratamiento SS se alojaron en un corral de aproximadamente  $100 \text{ M}^2$ , cercado con malla ciclón a una altura de 1.50 m donde estuvieron expuestas constantemente a los rayos solares. Dentro de esta área había un corral más pequeño con las mismas características del corral SS, en donde se llevó a cabo el manejo de las borregas correspondientes a este tratamiento. En ambas áreas experimentales se manejó una superficie de aproximadamente  $2.5 \text{ m}^2$  por borrega.

4.2. DATOS CLIMATOLOGICOS.- Dentro de cada una de las áreas - experimentales se colocaron a una altura similar a la de las borregas los termómetros para medir la temperatura de bola negra y la temperatura máxima y mínima. La lectura del termómetro de bola negra se realizó durante las horas del día de mayor radiación solar entre las 12:00 y 14:00 hr. Además cerca de las áreas experimentales se encontraba una estación meteorológica donde se llevó el registro diario de temperatura máxima y mínima, humedad relativa, precipitación pluvial, velocidad y dirección del viento y horas sol.

Para el cálculo de los índices climáticos se utilizaron los que con anterioridad se habían descrito por Hahn (1981), sustituyendo Tbs por temperatura máxima (TMAX) para ITH1, -- mientras que para ITH2 se sustituyó Tbs con la temperatura - mínima (TMIN). Tomando en cuenta los valores de la humedad relativa (%) y la tbs (C), de las áreas experimentales y utilizando el-

diagrama de Abaco del Ing. Gómez Farías, se calcularon los valores que corresponden para la Tpr; (Gómez, 1947).

4.3. RESPUESTAS FISIOLÓGICAS.- Cada catorce días a partir del inicio del estudio se registró en las borregas de ambos tratamientos hasta que las borregas parieron, la temperatura rectal (TR), frecuencia respiratoria (FR) y el peso corporal (PC). El registro de la TR se realizó con un termómetro clínico introducido en el recto por espacio de un minuto. La FR mediante el conteo visual de los movimientos a nivel del flanco de la borrega durante 15 segundos. El PC por medio de una báscula. La variable de respuesta que se evaluó con los datos de la variación de PC fue la ganancia diaria promedio (GDP), la cual se tomó en cuenta desde que inició el período experimental -- hasta que las borregas quedaron gestantes. El registro de las anteriores medidas fisiológicas se realizaron de las 12:00 a 14:00 hr, que son las horas donde se presenta la mayor intensidad solar. Estas respuestas (TR y FR) se registraron considerando que son excelentes indicadoras para verificar la tolerancia al calor de los animales (Vietta 1965; William et al., 1969; Morais, 1983).

El modelo general al cual se atribuyó la variación de estas variables fue:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + E_j + TE_{ij} + E_{(ij)k}$$

DONDE:

$Y_{ijk}$ : Es la K-ésima respuesta de TR, FR o GDP observada en el i-ésimo tratamiento en la j-ésima época del año.

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

$T_i$  : Efecto del i-ésimo tratamiento

$E_j$  : Efecto de la j-ésima época del año

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

$E_{(ij)k}$ : Error aleatorio con distribución  $NID \sim (0, \sigma^2_E)$ .

Para el análisis de las variables e índices climáticas -- sobre la TR y FR se utilizó el método de "Stepwise" en su rutina inclusión descrita por Draper y Smith (1966).

4.4. COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO.- Para determinar la presentación y duración del primer estro posparto se hicieron observaciones desde el inicio del estudio (30 días posparto), y -- por espacio de una hora cada vez a las 04:00, 08:00, 12:00, -- 16:00, 20:00 y 24:00 horas con ayuda de borregos receladreccon pene desviado (Holy y Alvarez, 1967; McDonald, 1980). Las borregas fueron cubiertas con borregos de fertilidad probada, por monta directa a las 12 y 24 horas después de haberse detectado el inicio del celo. El diagnóstico de gestación se de terminó por no retorno al estro. En la época de parto se observaron a las borregas día y noche cada cuatro horas para -- que después del parto lo más rápido posible se registrara número y peso de la o la(s) crías, peso de la placenta, el número y el peso de los cotiledones disecados.

Para el análisis estadístico de los parámetros reproductivos de las borregas se utilizó el mismo modelo que el de las respuestas fisiológicas. Siendo los estimadores reproductivos: presentación y duración del primer estro posparto, días parto concepción, duración del ciclo estral, peso de la placenta, -- número y peso de los cotiledones disecados, peso y número de las crías al nacimiento. Para el análisis, del peso de la cría al nacimiento se incluyó en el modelo el efecto de tipo de -- parto y la triple interacción tratamiento, parto y época. La fertilidad (%) de las borregas se analizó utilizando el procedimiento de Ji cuadrada. Se consideró la fertilidad tomando -- en cuenta las borregas expuestas al semental con las que quedaron gestantes.

4.5. RESPUESTAS HORMONALES.- A las primeras ocho borregas de cada tratamiento que presentaron al menos un ciclo estral nor

mal, se les colectaron muestras sanguíneas durante el siguiente ciclo estral completo. Después de haberse detectado el inicio del celo A (primer celo), se colectó una muestra sanguínea (10 ml) por medio de punción yugular utilizando tubos vacutainer con anticoagulante una vez al día a las 12:00 h durante los días 2,4,6,8,10 y 12. A partir del día 13 se realizó un muestreo intensivo (10 ml) cada cuatro horas hasta 24 horas después de finalizado el celo B (segundo celo). Las muestras sanguíneas se guardaron en refrigeración a 4 C y se centrifugaron a 1000x g por veinte minutos lo más pronto posible para separar el plasma. Posteriormente se hicieron alícuotas en tubos de ensaye previamente indentificados con el número de la borrega, fecha y hora de colección. Se almacenaron a una temperatura de -20 C hasta que fueron utilizados en los análisis de radioinmunoensayo (RIA). Las hormonas que se midieron fueron la progesterona y la hormona luteinizante.

#### 4.6. METODOLOGIA PARA LAS DETERMINACIONES HORMONALES.

4.6.1. Análisis de progesterona.- El análisis de los niveles plasmáticos de progesterona fue validado en plasma ovino bajo las condiciones del laboratorio de RIA del Departamento de Reproducción Animal del INIFAP.

La determinación del nivel de progesterona se midió por duplicado en alícuotas de 0.2 ml de plasma ovino después de la extracción con éter absoluto obteniendo una eficiencia del 96.4% (de 315 muestras). Para medir la eficiencia de extracción del procedimiento empleado, se adicionó 1000 cpm de 1,2,6,7, -<sup>3</sup>H progesterona (New England Nuclear): los tubos se incubaron a 40 C durante 30 minutos. Posteriormente se siguió la metodología tradicional para la extracción que consistió en la adición de 5 ml de éter absoluto a la alícuota de 0.2 ml del plasma problema + 0.3 ml de buffer. Se colocaron en una gradilla y se sumergieron en Baño María a 37 C dentro de una campana de extracción para evaporar el éter. Los residuos fueron resuspendidos con 2 ml de una solución buffer a base de fostatos

conteniendo 0.1% de gelatina con un pH de 7.2. De cada uno de estos tubos con 2 ml se tomaron alicuotas de 0.5 ml para montar el ensayo correspondiente. Se adicionó secuencialmente en el mismo tubo de RIA 100 l de anticuerpo contra progesterona MSU-74 (Convey et al., 1977) en una dilución (1:2400) y 100 l de 1,2,6,7,  $^{-3}$ H progesterona (New England nuclear 10,000 cpm). Después se incubaron a 4 C por 18 a 24 horas. Los esteroides unidos se separaron en la adición de 200 l de una solución de carbón dextrán al 6.25 % (.625 g de carbón + .0625 g de dextrán en 100 ml de PBS) y se incubaron a 4 C por 30 minutos. Posteriormente se decantó el sobrenadante en viales de centelleo líquido de 20 ml. Después se adicionaron 5 ml de líquido de centelleo (42 ml de liquifluor + 21 ml de etanol absoluto + cbp 1 lt, aproximadamente 937 ml de tolueno), previo período de estabilización (18-24 h). La radioactividad se midió en un contador beta Beckman Modelo LS 100C. Se incluyó para cada ensayo una curva estándar que consistió en el estándar de progesterona en 0.5 ml de PBS en duplicado a una concentración conocida de 400, 200, 100, 50, 25 y 12 pg/tubo.

La progesterona 1,2,6,7  $^3$ H (New England Nuclear) con actividad específica de 87 Ci/mmol se purificó utilizando una columna de Sephadex LH20 con tolueno-metanol 85:15.

Los porcentajes de reacción cruzada del antiprogesterona MSU-74 con otros esteroides se presenta en el cuadro 2 .

#### Coefficientes de variación

##### Intraensayo

Control de calidad	$\bar{X}$ ng/ml	D.E.	C.V.%
Bajo	0.80	0.07	8.42
Alto	7.05	0.49	6.95

##### Interensayo

Bajo	0.80	0.18	22.50
Alto	7.05	0.69	12.62



4.6.2. Análisis de la Hormona Leuteinizante (LH).--En la determinación de la LH se utilizó una modificación a la técnica de radioinmunoensayo descrita por Niswender et al., (1969) y Follet, Scanes y Cunningham, (1972).

4.6.3. LH para iodinación.-- La LH (LER-1056-C2) fue proporcionada por L.E. Reichert, Jr. (Albany New York, USA). De ésta LH ovina de grado inmunológico (100 g), se pesaron 10 g y se disolvieron en 10 l de agua bidestilada. Posteriormente se hicieron alícuotas en recipientes cónicos de plástico de 1 ml -- que contenían 2.5 g de LH en 2.5 l los cuales se congelaron a -20 C. Se utilizó para cada iodinación 2.5 g de LER-1056-C2.

4.6.4. Preparación de la columna para iodinación.-- Se utilizó una pipeta serológica desechable de 10 ml, para separar la --- fracción unida de  $^{125}\text{I}$  a la LH (LER-1056-C2) de la porción libre de  $^{125}\text{I}$ . Se usó como soporte el Sephadex G-100-40 (SIGMA). Se utilizaron 2 g a los que se les adicionó 40 ml de buffer no salino 0.05 M con pH 7.5. Se dejó por 24 horas a temperatura ambiente para que las partículas se "hincharan". Previo al llenado de la columna, el matrás conteniendo las partículas de -- sephadex "hichadas" se sometió por un lapso de 1 hora a vacío con el fin de remover el aire que pudiera estar entre las --- partículas. Se colocó una perla de cristal dentro de la pipeta serológica para que las partículas de sephadex quedaran atrapadas dentro de la pipeta y solo eluyeran partículas más -- pequeñas que las de sephadex.

Se preparó la columna con el sephadex G-100-40 hasta -- llegar a una altura de aproximadamente 10 cm. Para saturar los sitios de unión de la proteína se adicionó a la columna 1 ml - de una solución de albúmina sérica bovina (BSA) al 2%. El exceso de BSA se lavó con aproximadamente 20 ml de buffer de fostos salino 0.05 M (PBS). La columna se cubrió con parafilm en la parte superior y con un tapón de plástico en la punta hasta que se utilizó.

4.6.5. Iodinación.- Los siguientes reactivos se prepararon el día que se realizaron las iodaciones: cloramina T (MERCK), metabisulfito de sodio (J.T. Baker), Yoduro de potasio (J.T. Baker). La cloramina T se preparó pesando 0.002 g a la que se le adicionó 1 ml de PBS 0.5 M, pH 7.5. El metabisulfito de sodio se preparó adicionando 0.0012 g a un ml del mismo buffer. La solución de transferencia se preparó con 100 mg de yoduro de potasio y 1.6 g de sucrosa en 10 ml de buffer de fosfatos 5M.

Procedimiento.- Se descongeló el vial de plástico cónico que contenía 2.5 g de la LH LER-1056-C2 y se le adicionó 20 l de PBS 0.5 M pH 7.5. El vial se tapó y agitó suavemente. Se adicionó un milicurie de  $^{125}\text{I}$  al vial con la hormona, se agitó y se contó en el contador gamma de pozo. Posteriormente se adicionaron 10  $\mu$  l de la solución de cloramina T equivalente a 20 g, y se agitó un minuto exactamente. Para detener la reacción se adicionó 25  $\mu$  l de la solución de metabisulfito de sodio equivalente a 30 g, y se agitó por 5 segundos. Inmediatamente se adicionaron 100  $\mu$  l de la solución de transferencia (IK + sucrosa) y se transfirió con una pipeta pasteur todo el contenido del vial a la superficie del sephadex en la columna. Con la solución de transferencia se hicieron lavados al vial (2 veces con 100  $\mu$  l cada vez). El vial vacío se contó para cuantificar el residuo. Se recolectaron 36 tubos con siete gotas cada tubo, los cuales se contaron en el contador gamma para determinar los dos picos: hormona yodada y yodo libre. Posteriormente se hicieron alícuotas en una solución con BSA al 4% para proteger la hormona yodada, calculando tener para cada ensayo el vo lumen suficiente para 150 tubos y 10,000 cpm/50  $\mu$  l.

4.6.6. LH para estándar y preparación de la curva estándar.- La hormona luteinizante purificada (OLH-1455-IA) fue también proporcionada por L.E. Reichert Jr. Se disolvieron 34 g de OLH-1455-IA en 85 ml de buffer PBS con gelatina para obtener una concentración de 400 ng/ml. De esta solución stock se hicieron alícuotas de 400 l en viales de cristal que contenían

160 ng/vial las cuales fueron congeladas rápidamente a  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Para la preparación de la curva estándar en cada ensayo, el contenido de cada alícuota ( $400\ \mu\text{l}$ ) se resuspendió en 1.6 ml de PBS con gelatina para llegar a una dilución de 80 ng/ml. En seguida se hicieron las dobles diluciones hasta completar 10 estándares que tenían valores desde 80 ng/ml hasta  $0.152\ \text{ng/ml}$ .

4.6.7. Procedimiento del radioinmunoensayo de LH (LH-RIA).- Se utilizaron tubos de RIA  $12 \times 75\ \text{mm}$  (PYREX). Se adicionó según el protocolo de ensayo por duplicado el primer día:  $250\ \mu\text{l}$  de PBS-gel a los tubos de UNE,  $200\ \mu\text{l}$  a los Bo, y  $150\ \mu\text{l}$  a los estándares y desconocidos. A los tubos de la curva estándar se les adicionó  $50\ \mu\text{l}$  del estándar correspondiente, también se adicionaron  $50\ \mu\text{l}$  de la muestra a cada tubo según el protocolo de trabajo. Posteriormente, se adicionaron  $50\ \mu\text{l}$  de suero normal de conejo a una dilución 1:400 y  $50\ \mu\text{l}$  del primer anticuerpo (GDN # 15) a todos los tubos excepto a las cuentas totales. Se agitaron en vortex rápidamente y se cubrieron con papel aluminio para ser incubados a  $4^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas. El segundo día se adicionaron a todos los tubos  $50\ \mu\text{l}$  de la hormona marcada - conteniendo  $10,000\ \text{cpm}$ , y se incubaron por 24 hr a  $4^{\circ}\text{C}$ . Al tercer día se adicionaron  $50\ \mu\text{l}$  del segundo anticuerpo antigamma globulina de conejo obtenido en cabra (Jiménez et al., --- 1987) en una dilución de 1:20 a todos los tubos excepto a las cuentas totales. Se agitaron en vortex y se incubaron a  $4^{\circ}\text{C}$  por 24 horas. En el cuarto día se adicionaron 2 ml de PBS sin gelatina previamente enfriado a  $4^{\circ}\text{C}$  a todos los tubos excepto a las cuentas totales. Inmediatamente después se centrifugaron a  $4^{\circ}\text{C}$  a  $3000\ \text{xg}$  por 25 minutos, se decantó el sobrenadante y los tubos se secaron y se contó el precipitado por espacio de 1 minuto en el contador gamma Packard Multi-Prias.

Los coeficientes de variación intra e interanálisis fueron 12.86 y 18.18% respectivamente.

## 4.7. ANALISIS ESTADISTICO.

El modelo al cual se le atribuyó el total de la variación de la progesterona y la hormona luteinizante a través del ciclo estral fue un modelo de efectos mixtos:

$$Y_{ijklm} = \mu + T_i + E_j + TE_{ij} + B_{(ij)k} + \delta_{(ijk)} + D_l + TD_{il} + ED_{jl} + BD_{(ij)kl} + E_{(ijkl)m}$$

DONDE:

- $Y_{ijklm}$  : La concentración de progesterona y hormona -- luteinizante en plasma sanguíneo observada -- en el i-ésimo tratamiento de la j-ésima época de la k-ésima borrega en el l-ésimo día del ciclo estral.
- $\mu$  : Es la media teórica de la población.
- $T_i$  : Efecto del i-ésimo tratamiento.
- $E_j$  : Efecto de la j-ésima época del año.
- $TE_{ij}$  : Efecto de la interacción del i-ésimo tratamiento con la j-ésima época.
- $B_{(ij)k}$  : Efecto de la k-ésima borrega dentro del i-ésimo tratamiento de la j-ésima época.
- $\delta_{(ijk)}$  : Es el error de restricción debido al i-ésimo tratamiento en la j-ésima época de la k-ésima borrega.
- $D_l$  : Efecto del l-ésimo día del ciclo estral en la borrega, siendo D cero el día del estro.
- $TD_{il}$  : Efecto de la interacción del i-ésimo tratamiento con el l-ésimo día del ciclo estral.
- $ED_{jl}$  : Efecto de la interacción de la j-ésima época con el l-ésimo día del ciclo.

$BD_{(ij)kl}$  : Efecto de la interacción de la k-ésima borrega con el l-ésimo día del ciclo dentro del i-ésimo tratamiento del j-ésima época.

$E_{(ijkl)m}$  : Error aleatorio con distribución  $NID \sim (0, \sigma_E^2)$

$i = 1, 2$      $j = 1, 2$      $k = 1 \dots 5 \text{ ó } 7 \text{ ó } 9$      $l = 1 \dots 17$      $m = 1$

El modelo estadístico empleado para analizar los niveles de LH alrededor del estro fue:

$$Y_{ijklm} = \mu + T_i + E_j + TE_{ij} + B_{(ij)k} + HM_1 + HM_2 + HM_3 + E_{(ijkl)m}$$

DONDE:

$Y_{ijklm}$  : La concentración de LH en plasma sanguíneo alrededor del estro en el i-ésimo tratamiento de la j-ésima época de la k-ésima borrega en la l-ésima hora de muestreo.

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

$T_i$  : Efecto del i-ésimo tratamiento.

$E_j$  : Efecto de la j-ésima época del año.

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

$B_{(ij)k}$  : Efecto de la k-ésima borrega dentro del i-ésimo tratamiento de la j-ésima época.

$HM_1$  : Efecto de la l-ésima hora de muestreo.

$HM_2$  : Efecto cuadrático de la l-ésima hora de muestreo.

$HM_3$  : Efecto cúbico de la l-ésima hora de muestreo.

$E_{(ijkl)m}$  : Error aleatorio con distribución  $NID (0, \sigma_E^2)$

## V. RESULTADOS Y DISCUSION

### 5.1. MEDIO AMBIENTE CLIMATICO

En los cuadros 3 y 4 se presentan las medias mínimo cuadráticas de las variables e índices climáticos que se registraron durante el estudio. Se observó que tanto las variables e índices climáticos correspondientes a la época cálida (EC), y al tratamiento sin sombra (SS) tuvieron los valores más altos ( $P < 0.01$ ). Sin embargo, la humedad relativa (HR) mostró diferencias significativas únicamente entre épocas ( $P < 0.01$ ). Cuando se analizó el efecto de la interacción tratamiento por época se observó que sólo la temperatura máxima (TMAX), la temperatura de punto de rocío (TPR), el índice de temperatura humedad 1 (ITH1) y el índice de temperatura-humedad 2 (ITH2) presentaron diferencias significativas ( $P < 0.01$ ).

El efecto del tratamiento fue significativo ( $P < 0.01$ ) para las variables e índices climáticos. Se observó que en el microclima del tratamiento SS se registraron los valores más altos de la TMAX, TMIN y TPR. Lo mismo sucedió con todos los índices climáticos. El ITH1, ITH2, TBN y BGHI fueron mayores en el área SS en comparación con el área CS. Lo anterior demuestra que el efecto de la radiación solar determina sobre cualquier área la temperatura ambiental efectiva y sobre todo en las horas donde se registran los más altos índices de calor. Lo anterior concuerda con lo encontrado por Bond y Kelly (1955), estos autores mencionan que existe una gran diferencia entre área CS y una SS en relación a la temperatura ambiental neta. También se encontró que en condiciones tropicales, el tiempo en el que se registraron los mayores índices de calor radiante es entre las 12:00 y las 14:00 hr, (Juárez y Román 1982). La época también tuvo un efecto significativo ( $P < 0.01$ ) sobre todas las variables e índices climáticos. Los valores de TMAX y HR (33.5 C y 69.5%) observados en la EC

concuerdan y son típicos de la época cuando se presentan los mayores índices de carga calórica en clima tropical subhúmedo Aw (García 1964).

Los elementos climáticos que afectan más acentuadamente la temperatura ambiental efectiva en condiciones tropicales son; la temperatura del bulbo seco, la radiación solar y el movimiento del aire. Por lo tanto se han creado "índices" que -- conjunten dos o más elementos climáticos con el fin de determinar cual es el que mejor explica el comportamiento animal-- (Buffington et al., 1981).

Los índices de la temperatura de bola negra (TBN), del ITH1, del ITH2 y de la temperatura de bola negra-humedad (BGHI) registrados durante el estudio fueron ligeramente mayores a la TMAX. Esto es debido a que integran el efecto de la radiación solar, temperatura del aire, temperatura máxima-humedad; temperatura mínima-humedad; temperatura de bola negra-humedad -- respectivamente (Hahn, 1971; Buffington et al., 1981).

Se encontró que todos los valores de los índices climáticos ambientales mostraron diferencias significativas entre es taciones y tratamientos ( $P < 0.01$ ). En relación a la interacción tratamiento por época, solo ITH1 e ITH2 mostraron diferencias significativas ( $P < 0.01$ ). Dado que en zonas tropicales prevalecen condiciones climáticas desfavorables para el -- óptimo comportamiento de bovinos y ovinos, fue indispensable determinar en que meses del año se presentan los índices de - carga calórica que provocan el estrés térmico en las borregas Tabasco Pelibuey. Se observó que en la EC (abril a septiembre) se presentaron los valores más altos de las variables e índices climáticos en relación a la EF (octubre a marzo). Lo mismo su cedió entre los tratamientos . Los valores más altos se regis traron en el área SS. Los datos correspondientes a la EC y SS (cuadro 3 y 4), sobrepasaron los límites de la zona de termo- regulación o confort del ganado bovino y ovino (Folk, 1974;-

McDowell, 1972). Lo anterior concuerda con lo que está ampliamente demostrado en relación a que en las áreas tropicales, - las condiciones ambientales climáticas prevalecientes durante la mayor parte del año, ejercen un efecto detrimental sobre el comportamiento general de los animales (Thatcher y Collier 1983; Thatcher, 1986).

## 5.2. RESPUESTAS FISIOLÓGICAS.

En el cuadro 5 se muestra el análisis de varianza de la FR, TR y la GDP de las borregas. Los efectos del tratamiento ( $P < 0.01$ ), la época ( $P < 0.01$ ) y la interacción tratamiento-por época ( $P < 0.05$ ) fueron significativos para FR y TR. Por su parte para GDP solo se encontró efecto del tratamiento --- ( $P < 0.01$ ).

Las medias mínimo cuadráticas para la FR fueron de 67.5- y 109.7 en los tratamientos CS y SS respectivamente (Cuadro 6). Las borregas SS trataron de mantener su equilibrio calórico--corporal aumentando su índice de respiración por minuto casi al doble en comparación con las borregas CS. Este fenómeno--- quizá se deba a que en condiciones ambientales de altas temperaturas, la evaporación por sí sola parece ser la principal--vía de pérdida de calor (McDowell, 1972), y la pérdida de calor por éste proceso físico se lleva a cabo principalmente a través del tracto respiratorio (Hale et al., 1958). En un estudio similar, Palomo et al., (1985) compararon las respues--tas fisiológicas de borregas de la raza "Nativo de Florida"--recién introducidas con borregas Tabasco durante julio, agosto y septiembre en clima tropical. Estos autores no encontraron diferencias significativas en la FR (86.4 vs 83.4) respectivamente. En ese trabajo las borregas de ambas razas tuvieron acceso a un aprisco o sombra natural, lo que pudo haber--determinado que las borregas no recibieran la carga calórica--extra que proviene de la radiación solar neta en forma direc-



ta sobre el animal. Lo anterior se apoya por el hecho de que existen evidencias experimentales que bajo condiciones de medio ambiente cálido, la energía radiante que proviene del sol es la que determina en gran parte la temperatura ambiental neta que rodea al animal (McDowell 1972; Bond y Kelly 1955). Resultados similares se encontraron en bovinos, Juárez y Román- (1982) no detectaron diferencias significativas en FR y TR entre vacas Holstein recién introducidas al trópico en relación con vacas de la misma raza nacidas en el área. También en bovinos se ha demostrado que en condiciones de estrés por calor las vacas muestran un aumento directamente proporcional entre la FR y la TR (Thompson 1973; Ingram y Leege, 1970; Juárez y Román, 1982). Asimismo los índices mas altos de FR y TR se --presentan en las vacas en las horas de mayor radiación solar- (Román-Ponce 1978; Harris et al., 1960).

Cuando se analizó el efecto de época, se observó que las borregas de la EC tuvieron una mayor ( $P < 0.01$ ) FR que las borregas en la EF (98.8 vs 78.5). Es importante hacer notar que bajo las condiciones del presente estudio fue mucho mayor la diferencia en la FR entre tratamientos que entre épocas. Lo --que sugiere que las borregas Tabasco fueron más sensibles al efecto de las condiciones ambientales del microclima que existieron entre tratamientos que entre épocas.

La interacción tratamiento por época tuvo un efecto significativo ( $P < 0.05$ ) sobre la FR. En las dos estaciones se registraron mayores índices de FR en las borregas del tratamiento SS en relación a las borregas CS. La interacción se debió a que hubo una mayor diferencia en la FR entre tratamientos --en la EF comparada con la EC (106 y 54 vs 117 y 74 cuadro 6). Estas observaciones apoyan a la importancia que tiene el microclima que rodea a la borrega comparado con las condiciones ambientales entre épocas. Esto es importante ya que general --mente en la mayoría de las explotaciones ganaderas de las ---

áreas tropicales, no se le da la importancia debida al microambiente donde se desarrollan los animales, con el fin de proporcionar confort a los mismos.

Cuando se evaluaron cuales eran los componentes climáticos que afectaban la FR, se determinó que la TMAX y la TBN en su forma cúbica y lineal respectivamente explicaron mejor la variación ( $R^2 = 0.3445$ ). En la gráfica 1 se muestra la superficie de respuesta de la FR donde los efectos TMAX y TBN fueron significativos ( $P < 0.05$ ). Se observó una relación directamente proporcional entre el aumento de la TBN con el número de FR de las borregas Tabasco. Este efecto se explica como un efecto lineal de la TBN sobre la FR. Asimismo se observó el efecto cúbico de la TMAX sobre la FR. El menor número de FR en las borregas se observa cuando la TMAX tiene valores de alrededor de 28C y la TBN es de 26C. La FR se incrementa cuando la TMAX y la TBN llegan a una temperatura de 32C. Conforme aumentan TMAX y TBN, se observa un incremento en la FR, mostrando sus valores máximos cuando la TMAX y la TBN tienen valores de 35 y 38 C respectivamente. Estas condiciones de temperatura corresponden a lo observado en el tratamiento SS, y sobrepasan ligeramente a las de la EC que corresponde al período de abril a septiembre.

Las medias mínimo cuadráticas de TR (cuadro 6) para las borregas CS y SS (39.2 y 39.4 C) fueron estadísticamente diferentes ( $P < 0.01$ ). Estos resultados demuestran que las condiciones ambientales climáticas fueron desfavorables para las borregas que se sometieron al tratamiento SS. La época influyó también sobre la TR. Las borregas en la EC tuvieron una mayor TR ( $P < 0.01$ ) que las borregas en la EF (39.4 vs 39.2 C).

La interacción de tratamiento por época tuvo un efecto significativo ( $P < 0.05$ ) que se manifestó en una mayor diferencia en la TR entre tratamientos en las borregas en la EF en relación a las borregas en la EC. Estas diferencias fueron de --

0.2 y 0.3 respectivamente. Estos resultados concuerdan con el rango mencionado por Palomo et al., (1985). Estos autores encontraron diferencias significativas ( $P < 0.001$ ) entre la TR de borregas Florida recién introducidas al trópico en comparación con borregas Tabasco nativas de éstas áreas. Resultados similares se habían documentado en ovejas de tipo lanar bajo condiciones ambientales controladas (Ingram 1967; Baldwin y Lipton 1973).

La estrategia de los animales bajo condiciones de estrés por calor para mantenerse dentro de la zona de termoneutralidad es reduciendo el metabolismo, cambiando la conducta o incrementando la pérdida de calor por medio de los procesos físicos de intercambio de energía (Morrison, 1972; Gates, 1980).-- Esto es que el animal sobrepone el proceso de termorregulación sobre cualquier otra de las funciones productivas (Thatcher y Collier, 1983; Finch, 1986). La temperatura rectal es una de las constantes fisiológicas que fluctúan dentro de un rango muy estrecho. Las diferencias observadas entre los tratamientos y las épocas determinaron que los animales modificaran su comportamiento y generalmente se observa una depresión en su capacidad productiva (Folk 1974; Finch 1986). Cuando se consideró el efecto de las principales variables climáticas-- sobre la variación de la TR se observó que la TMAX en su forma cuadrática y la TPR en su forma cúbica fueron las que alcanzaron mayor coeficiente de determinación ( $R^2$  0.1957). En la gráfica 2 se presenta la superficie de respuesta de la TR en relación con la TMAX y la temperatura de punto de rocío -- (TPR) que tuvieron un efecto significativo ( $P < 0.05$ ). Cuando los valores de TMAX eran de 30C, la TR de las borregas se mantuvo dentro del rango de confort mencionado para el tratamiento CS y la EF. Sin embargo, cuando se registró una mayor TR-- en las borregas Tabasco correspondió cuando la TMAX tenía valores de 31 a 33 C aproximadamente. Los valores de TR mostraron un descenso considerable cuando se registraron valores de 32 C en la TPR. Posteriormente cuando la TPR tenía valores de

34 C o más, la TR de las borregas aumentó súbitamente. Esto puede ser posible, ya que la TPR es la temperatura a la cual el agua se condensa, y generalmente ocurre en las primeras horas del día (5:00 a 7:00h) y si consideramos que la FR se registró alrededor de las 12:00 h, el efecto sería indirecto a través de la influencia del TPR sobre la TMAX. Los valores -- más altos de TR se observan alrededor de los 34C de TMAX y -- 36C de TPR, que corresponden a los límites máximos registrados en la EC y el tratamiento SS. Las observaciones hechas so pre esta gráfica concuerdan con los efectos de tratamiento y época significativos para TR detectados en el presente trabajo y que se discutieron con anterioridad.

Las medias mínimo cuadráticas para la GDP se muestran en el cuadro 6. Donde solo se observó efecto del tratamiento --- ( $P < 0.01$ ). Siendo menor la GDP observada en las borregas SS-- lo cual se debió probablemente a que los animales de este tra tamiento recibieron la carga calórica extra proveniente de la radiación solar en forma directa. Por esto se puede especular que las borregas tendieron a reducir el calor producido en el organismo por medios tales como depresión del consumo volun-- tario de alimento, y un descenso en la actividad ruminal como ha sido demostrado (Baile y Forbes, 1974; Juárez y Román, --- 1982). Cuando se manifiesta un descenso en el consumo voluntario de alimento por hipertermia puede ser debido a dos factores; efecto de la temperatura sobre el centro del apetito en el hipotálamo y el otro es la disminución en la motilidad intestinal y la rumia (Robinson y Klemm, 1953). Colateralmente ocurre también un descenso en la producción de ácidos grasos-- volátiles (Gengler et al., 1970; Lippke 1975). Por otro lado-- el consumo de agua en los rumiantes se incrementa drásticamente cuando se someten a estrés por calor. El consumo de agua-- produce una baja en la temperatura del rumen reduciendo de esta manera la carga de calor (Bianca, 1964; Stermer et al., -- 1986). Román et al., (1977), determinaron que existe una rela ción inversa entre el consumo de alimento y el consumo de --

agua en vacas lecheras sometidas a estrés térmico por calor.

También el metabolismo sufre cambios en condiciones de estrés por calor. Las hormonas asociadas con el metabolismo tienden a disminuir en el plasma de los animales que son sometidos a estrés calórico crónico. Tal es el caso de las hormonas tiroideas (Collins y Weiner, 1962; Fitzgerald, 1982) y la hormona del crecimiento (Mittra, Christison y Johnson 1973). Por otro lado se ha demostrado que la actividad tiroidea en los animales es marcadamente mayor durante los meses del verano que en el invierno (Johnson y Van Jonack, 1976). En resumen, las borregas SS dieron prioridad a los procesos de termorregulación en comparación de los animales CS y esto afectó en su capacidad de ganar peso durante el período comprendido entre los 30 días posparto y cuando quedaron gestantes las borregas.

### 5.3. COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO.

El cuadro 7 muestra el análisis de varianza de los parámetros reproductivos que se evaluaron después del parto. No se observaron diferencias estadísticas significativas debidas al tratamiento (T) para ninguno de los parámetros reproductivos ( $P < 0.05$ ). Sin embargo se encontró efecto de época (E) en el intervalo parto concepción (IPC;  $P < 0.05$ ) y de la interacción tratamiento por época para duración del ciclo estral (DC;  $P < 0.05$ ).

En el cuadro 8 se encuentran las medias mínimo cuadráticas de los parámetros reproductivos. Los valores para el intervalo parto-primer calor (IPPC) fueron similares entre tratamientos y estaciones ( $P > 0.05$ ). Estos resultados son mayores a los observados por Peña, (1976) y Valencia et al., (1975), quienes mencionan para borregas Tabasco en buenas condiciones físicas en clima tropical, un rango de 30 a 90 días para IPPC. Los valores encontrados en el presente trabajo pueden ser debi

do a que se incluyeron borregas primerizas y de talla mediana, lo cual pudo repercutir en la capacidad de reiniciar la actividad ovárica después del parto. Además si se toma en cuenta que el coeficiente de determinación observado para esta variable fue muy bajo ( $R^2 = 0.042$ ) se puede pensar que existen otras fuentes de variación diferentes al tratamiento y la época que hubieran influenciado la aparición del primer celo post parto. Diferentes autores mencionan que las altas temperaturas no ejercen una marcada influencia sobre la función ovárica de las ovejas (Yeates 1953; Ryle 1963; Warnick, et al., 1965). Pero si lo ejercen sobre el útero durante las etapas preparatorias de la preñez y las fases tempranas de desarrollo embrionario. Alliston y Ulberg (1961), observaron que con condiciones climáticas controladas a una temperatura de 32.2 C y una HR de 65% no ejercían ningún efecto negativo sobre el estro o sobre la tasa de ovulación de la oveja. Por otra parte Padilla et al., (1985) observaron en borregas Tabasco bajo condiciones naturales de estrés calórico un IPPC de 67 días comparado con 60 días para las borregas que tuvieron acceso a un sombreadero. En relación a la duración del celo A (DCA) y B (DCB) no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) debidas a los efectos estudiados. Los promedios ajustados para estas variables fueron 22.2 y 26.0 h respectivamente. Estos valores son similares a los mencionados por Castillo et al., (1977) quienes encontraron una duración del celo para borregas Tabasco lactantes de 25.8 h, pero son menores a los mencionados por el mismo autor para las corderas vírgenes (29.7 h) y las borregas adultas (31.2 h). Por otro lado Heredia y Rojas (1983) observaron una duración del celo en borregas Tabasco de 24 a 48 h, que es mayor a lo observado en el presente estudio.

Todos los resultados anteriores correspondientes a ovinos de pelo concuerdan con lo mencionado para ganado de tipo lanar (McDonald, 1978). Sin embargo, existen evidencias experimentales en esta última clase de ovinos, que la duración del-

celo está influenciada por la estacionalidad reproductiva -- (McKenzie y Terril, 1937) fenómeno que no se presenta en los borregos Tabasco Pelibuey (Rojas et al., 1986). La interacción tratamiento por época tuvo un efecto significativo ( $P < 0.05$ ) -- sobre la duración del ciclo estral (DC). Este consistió en -- una menor DC en las borregas del tratamiento SS que las del -- tratamiento CS en la EC (16.5 vs 17.8 días). Esta observación concuerda con lo mencionado (16 a 20 días) para la raza Tabasco en clima tropical (Valencia et al., 1974; Peña, 1976).

En relación al intervalo parto-concepción (IPC) de las borregas solo se observaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) debidas a estación. Se observó que las borregas en la EC mostraron un IPC mayor que las borregas de la EF (104.8 vs 91.1 días) Padilla et al., (1985) observaron en borregas lactantes-provistas de un sombreadero un IPC de 64 días comparadas con borregas sometidas al tratamiento SS que presentaron 70 días de IPC. Los resultados del IPC del presente estudio son mayores a los observados en borregas Tabasco por diversos autores, quienes mencionaron un rango de 70 a 90 días (Leyva et al., - 1983; Rodríguez, Heredia y Quintal, 1985).

La diferencia encontrada de IPC en el presente trabajo quizá pueda ser debida a que las condiciones climáticas entre estaciones y específicamente la carga calórica fueron capaces -- de ejercer algún efecto detrimental sobre el porcentaje de -- concepción de las borregas que estuvieron en la EC. Lo anterior se apoya con los resultados de fertilidad (%) observados: donde las borregas en la EF mostraron mejor fertilidad --- ( $P < 0.10$ ) que los de la EC (90 vs 74%). Existen evidencias -- experimentales que el "estrés" calórico deprime la fertilidad. Los mecanismos mediante los cuales es estrés por calor deprime la fertilidad se han estudiado ampliamente en diversas especies. Las respuestas de los animales ante el estrés térmico que involucran a la fertilidad, son muy complejos. Implican -- los efectos directos de la temperatura, alteraciones en el --

sistema nervioso , balance hídrico, desbalance hormonal, influencias nutricionales y alteraciones bioquímicas. El denominado "Síndrome de infertilidad por estrés térmico" probablemente sea el resultado de una combinación de respuestas asociadas con el intento del animal por mantener su homeotermia bajo condiciones agudas, crónicas o estacionales de estrés térmico. Los procesos reproductivos son sensibles a cualquier etapa incluyendo producción de gametos, comportamiento sexual y durante cualquier estadio de la gestación, (Thatcher y Collier 1983). Un descenso en la tasa de concepción y un aumento en la mortalidad embrionaria después de la exposición de ovejas a las altas temperaturas ha sido bien documentada (Ulberg, 1958; Alliston y Ulberg 1961; Ryle, 1961; Dutt, 1959; Woody y Ulberg 1964). Estos autores concluyeron que el cigoto en las ovejas es más sensitivo al efecto perjudicial de las altas temperaturas ambientales durante las etapas iniciales de su desarrollo en el oviducto, y en las fases posteriores de desarrollo embrionario. Se especula que el efecto detrimental del estrés calórico sobre las fases tempranas de desarrollo embrionario o sobre conceptus, puede ser en forma directa o a través de un desbalance endócrino que modifica las condiciones óptimas del medio ambiente hormonal uterino necesarias para el desarrollo embrionario ( Gwazdauskas et al., 1974, Román Ponce et al., 1978; Brown y Hanson, 1984; Ross, 1985; Thatcher et al., 1985).

El cuadro 9 muestra el análisis de varianza para las características reproductivas al parto. No se observaron diferencias estadísticas significativas debidas a los efectos principales ni sus interacciones ( $P > 0.05$ ). En el cuadro 10 se presentan las medias mínimo cuadráticas de algunas características reproductivas al parto de las borregas Tabasco. El rango del peso al parto (PP) fue de 34.8 a 39.4 kg. Estos valores son ligeramente mayores a los mencionados por Leyva et al., (1983), estos autores citan pesos al parto de 29.5 a 33.4 kg. Aunque las borregas del presente estudio estuvieron



expuestas al "estrés" calórico llegaron al parto a un peso aceptable comparado con lo mencionado en la literatura. Lo -- cual demuestra la capacidad de la borrega Tabasco para mantenerse en buenas condiciones físicas hasta el parto ante condi ciones adversas del medio ambiente cálido.

El peso de la placenta (PPL) de las borregas al parto --- fluctuó desde 259.0 hasta 328.2 g, no encontrándose diferen-- cias significativas ( $P > 0.05$ ). El número y peso de los cotile-- dones de la placena de las borregas en ambos tratamientos y-- las dos épocas variaron de 72.5 a 81.3 y 88.0 a 105.7 g res-- pectivamente. Estos resultados concuerdan con lo observado -- por Padilla et al (1985) estos autores no observaron diferen-- cias significativas ( $P > 0.05$ ) entre un régimen de SS y CC so-- bre el PPL, número y peso de los cotiledones. Las borregas Ta-- basco de ese estudio se cargaron en la época cálida y parie-- ron en el invierno cuando las condiciones ambientales fueron-- menos estresantes lo cual pudo influir en no detectar diferen-- cias significativas. En contraste, existen estudios en los -- que se ha obseavado que cuando se somete a "estrés" térmico -- por calor a ovejas en la última fase de la gestación provoca una disminución de hasta un 50% de peso al nacer de los corde-- ros, así como el de la placenta comparado con el grupo con--- trol bajo condiciones de termoneutralidad (Alexander y Willi-- ams 1971; Cartwright y Thwaites 1976). Por otro lado Brown-- et al., (1977) observaron que el "estrés" calórico aplicado-- en el último tercio de la gestación de las borregas producían cierto grado de atrofia o ananismo a los corderos. Estos auto-- res concluyeron que existe una relación inversa entre el peso al nacer de los corderos y la elevación de la temperatura rec tal de la borrega.

En el cuadro 11 se presenta el análisis de varianza del pe-- so de la cría al nacimiento (PCN) y de los kilogramos paridos (KP) donde se incluyó el tipo de parto (TP) como efecto. Se--

observó que tanto tratamiento ( $P < 0.10$ ) como TP ( $P < 0.01$ ) -- fueron estadísticamente significativos para PCN, mientras que para KP se detectó efecto de TP ( $P < 0.01$ ). En el cuadro 12 se muestra las medias del PCN y de los KP de las borregas por -- tratamiento, época, TP y sus interacciones respectivas. El -- PCN de los corderos de las borregas en el tratamiento SS fue menor ( $P < 0.10$ ) comparado con el PCN de los corderos de las -- borregas CS (2.45 vs 2.92 kg). Valores similares se han men-- cionado para este parámetro; 2.46 kg para machos y 2.03 kg pa -- ra hembras (Castillo et al., 1974; Mason 1978). El menor PCN, -- de los corderos de las borregas SS quizá se deba a que las bo -- rregas sufrieron cierto grado de "estrés" dado por las condi-- ciones elevadas de temperatura prevalecientes en el tratamien -- to SS. Con anterioridad algunos estudios habían demostrado en ovejas de la raza merino que cuando eran servidas en verano, -- parían corderos significativamente más pequeños y con un peso al nacer relativamente bajo, comparadas con las servidas en -- meses donde prevalecían las temperaturas bajas (Yeates, 1956). Por otro lado, Ornelas y Román (1982) encontraron que el peso al nacer de los becerros Holstein y Suizo Pardo fue menor en -- los meses más calurosos del año y que la temperatura máxima -- ambiental durante el último tercio de la gestación era la que más influía sobre el peso de los becerros. Oakes et al., (1976) observaron en borregas gestantes bajo condiciones de "estrés" -- térmico (42C) por 60 minutos un grado de hipotermia asociada -- con alcalosis respiratoria; estas condiciones fisiológicas -- producían una baja de hasta 48% del flujo uterino y 30% en -- el flujo de la sangre interina umbilical. La hipotermia sin -- alcalosis respiratoria redujo en un 25% el flujo uterino sin -- afectar considerablemente el flujo sanguíneo umbilical. Según -- Barrón (1970) estos flujos sanguíneos son el recurso poten -- cial de nutrientes, oxígeno y agua para el embrión en desa -- rrollo. En un estudio efectuado en borregas ovariectomizadas -- se encontró que el flujo de la sangre uterina disminuyó des -- pués de la inyección de estradiol en borregas expuestas a 32C

en comparación con borregas mantenidas a 21 C (Román et al., 1978). Es posible que la reducción de flujo de sangre al útero sea un medio por el cual la tensión térmica por calor ejerza sus efectos negativos sobre el desarrollo y peso al nacer de los animales.

Como era de esperarse el TP tuvo un efecto significativo sobre el PCN de los corderos. Los corderos procedentes de parto simple fueron estadísticamente ( $P < 0.01$ ) más pesados que los corderos procedentes de parto múltiple (2.93 vs 2.36 kg) respectivamente. Estos pesos están dentro del rango que se cita para corderos procedentes de parto simple. (2.60 a 2.80 kg) (Castillo et al., 1972; Valencia et al., 1974). Mientras que el PCN de los procedentes de parto múltiple en el presente estudio son mayores a los citados por Valencia et al., (1974) (2.36 vs 2.21 kg).

Los valores de los KP de las borregas se presentan en el cuadro 12. Los KP comprenden el promedio del peso de las crías paridas por borrega ya que se observaron diferencias en la presentación de partos múltiples en ambos tratamientos y épocas: para las borregas de los tratamientos CS y SS presentaron 38 y 17%, mientras que para la EC y EF correspondieron 39 y 14% respectivamente. Estos valores caen dentro del rango que se menciona para la raza Tabasco o Pelibuey 20 y 40% Heredia y Rojas (1983). Sin embargo, son menores a los citados por Patterson, (1978) Este autor encontró un porcentaje de partos múltiples de hasta 73% en la raza Blackbelly.

Como se esperaba el promedio de KP fue mayor ( $P < 0.01$ ) en las borregas con parto múltiple en comparación con las de parto simple (4.75 vs 2.93 kg). El promedio de KP registrados en el presente estudio es ligeramente superior a lo mencionado para esta raza en diferentes regiones de la República Mexicana. Por lo anterior, se observa que las condiciones climáticas adversas no influyeron ni en el porcentaje de partos múltiples ni en los KP por borrega.

#### 5.4. PERFILES HORMONALES DURANTE EL CICLO ESTRAL.

5.4.1. Progesterona.- En el cuadro 13 se presenta el análisis de varianza utilizado para evaluar el efecto de T, E, borrega y día del ciclo estral (D), sobre los niveles plasmáticos de progesterona ( $P_4$ ). Se detectaron diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) debidas a época y día.

En el cuadro 14 se presentan los valores mínimo cuadráticos de los niveles plasmáticos de  $P_4$ . La concentración plasmática de  $P_4$  de las borregas en la EC fue menor ( $P < 0.01$ ) en relación al promedio ajustado de  $P_4$  de las borregas en la EF (1.30 vs 2.02 ng/ml). Aunque las borregas en la EF presentaron los niveles más altos de  $P_4$  (gráfica 3), estos resultados se encuentran dentro del rango que se cita normalmente durante el ciclo estral en ganado ovino lanar (Thorburn *et al.*, 1969; Stabenfeldt, 1969; Pant *et al.*, 1977). Los resultados del presente estudio concuerdan con lo mencionado por Hill y Alliston (1981), quienes detectaron una concentración plasmática de  $P_4$  menor en borregas Dorset sometidas a estrés calórico en cámaras climáticas. En ese estudio las borregas se llevaron a un nivel de hipertermia de 1.4 C comparado con el grupo control las que se mantuvieron bajo condiciones de termoneutralidad (21C y 65% de HR). En el presente trabajo las borregas tabasco pelibuey en la EC tuvieron un grado de hipertermia de 0.2C en relación con las borregas en la EF. Lo anterior tal vez se debió a que la TR se registró en las borregas en las dos épocas a la misma hora del día (12:00 a 14:00 h) por lo que las borregas en la EF también sufrieron cierto grado de estrés térmico por calor. Lo anterior también se confirma por el hecho de que la raza tabasco está bien adaptada a las condiciones ambientales climáticas prevalecientes en el trópico (Berruecos *et al.*, 1975). El grado de aclimatación y adaptación de las borregas al clima tropical, pudo haber influido en no encontrar grandes diferencias para la TR entre épocas.

En contraste a lo observado en el presente trabajo, exis-

ten evidencias experimentales en bovinos en donde se observó una concentración plasmática de  $P_4$  mayor ( $P < 0.01$ ) en vacas -- Holstein lactando bajo un régimen sin sombra en comparación de las vacas de la misma raza y estado fisiológico, pero provis-- tas de un sombreado (Román Ponce 1981; Roussel, Beaty y Lee - - 1977.) Por otra parte Miller y Alliston (1974) no encontraron cambios en la concentración plasmática de  $P_4$  en bovinos sometidos a temperaturas de 21 a 34C. Sttot y Wiersma (1973) encon-- traron niveles menores ( $P < 0.01$ ) en vacas lecheras durante el verano comparados con las demás estaciones del año.

La variación que se observa entre los diferentes estudios en relación al estrés térmico sobre los cambios hormonales en ovinos y bovinos se puede deber a varios factores; entre ellos el grado de aclimatación de los animales experimentales (cámaras climáticas vs condiciones naturales), intensidad del estrés térmico y su duración (continuo ó agudo), la sensibilidad del análisis estadístico y por último la especificidad y procedi-- miento de las técnicas para la determinación de la concentra-- ción hormonal (Thatcher y Collier, 1983). Los valores mínimo cuadráticos de  $P_4$  durante el ciclo estral se presentan en el cuadro 15. Como era de esperarse el día fue una fuente de va-- riación significativa ( $P < 0.01$ ). A partir del día 0 ó día del celo (Sarda, Robertson y Smeaton 1973). Se observaron niveles bajos de  $P_4$  (1.12 ng/ml) en el día 2 del ciclo. Esta concentra-- ción es mayor a la citada por varios autores para ovinos del - tipo lanar en el estro y metaestro (Pijoan 1983). Concentracio-- nes plasmáticas de .1 a .2 ng/ml han sido detectadas en borre-- gas ovariectomizadas y en anestro. Por esta razón cuando se ob-- servan niveles similares o mayores alrededor del estro, es pro-- bable que la  $P_4$  provenga de las adrenales (Sarda et al., 1973). En relación a estos trabajos concentraciones similares de  $P_4$  - (.4 ng/ml) se observan en borregas pelibuey con 21 días pos-- parto (González, Alba y Foote, 1981).

Desde el tercer día y hasta el día 6 del ciclo las borre-- gas mostraron niveles plasmáticos de  $P_4$  de 1.70 ng/ml. Estos -

resultados concuerdan con lo citado por Thorburn et al., (1969). Estos autores encontraron una elevación de  $P_4$  en plasma a partir del día 4 del ciclo estral llegando a su nivel máximo (2 - ng/ml) en el día 10. Durante la fase lútea alrededor del día 8 del ciclo estral se detectó un ascenso en la concentración - de  $P_4$  de los niveles basales hasta 2.03 ng/ml y esta se mantuvo durante 6 días. A partir del día 15 se observó un descenso súbito (1.35 ng/ml). Los resultados del presente estudio concuerdan con lo observado por Hauger et al., (1977). Estos autores encontraron que en borregas Dorset vacías ciclando la -- concentración de  $P_4$  alrededor del día 5 del ciclo estral fue - de 1.6 ng/ml. A partir del día 7 hasta el día 13 los niveles - permanecieron estables 3.70 ng/ml. Posteriormente se observó - una baja alrededor de las 36 horas que preceden al siguiente estro.

Se observó un efecto significativo ( $P < 0.01$ ) del día en - su forma cuadrática sobre la concentración plasmática de  $P_4$ . El coeficiente de determinación fue de 0.7274 (gráfica 4). En las gráficas 3 y 4 se observa que los cambios en la concentra - ción plasmática de  $P_4$  a través del ciclo estral reflejan los - períodos de desarrollo, permanencia y regresión del cuerpo - lúteo.

Existen otros factores que influyen sobre el perfil de  $P_4$ . Evidencias experimentales demuestran que la luz del día tiene - un efecto sobre la variación en los niveles plasmáticos de  $P_4$  - en borregas (McNatty, Revfeim y Young 1973). Asimismo está -- bien documentado el efecto del alto índice de ovulación que po - seen ciertas razas como la Finnish Landrace sobre los niveles de  $P_4$  circulantes en comparación con las razas de índice bajo de ovulación como es el caso de la raza Galway (Quirke y Gos-- ling 1975). Estos autores confirman que existe una relación di - recta entre el número de cuerpos lúteos y el nivel de  $P_4$  - - circulante. Sin embargo, en las borregas de las clasificadas co - mo de pelo o tropicales no existe información relacionada con el tema.

5.4.2. Hormona Luteinizante.- En el cuadro 6 se muestra el análisis de varianza utilizado para evaluar el efecto de T, E, y día del ciclo estral (D) sobre los niveles plasmáticos de la hormona luteinizante (LH). Solamente se observaron diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) debidas a día. En el cuadro 17 se presentan los valores mínimo cuadráticos de los niveles plasmáticos de la LH durante el ciclo estral de las borregas tabasco. Se detectaron niveles basales de 1.05 a 2.70 ng/ml desde el segundo hasta el día 15 del ciclo estral. Estas observaciones concuerdan con lo citado por Pant et al., (1977) y Scaramuzzi et al., (1971) estos autores encontraron en ovejas de lana niveles de LH en sangre periférica menores a 2 ng/ml a partir del segundo día después del celo hasta el día 15 del ciclo estral. Por su parte Robertson y Rakha (1966), citan niveles basales de LH menores a 2 ng/ml a partir de las veinte horas después del celo hasta que se inicia el celo del siguiente ciclo.

Los niveles promedio más altos de LH en este trabajo se observaron en los días 16 y 17 del ciclo, que fue el período donde las borregas manifestaron el celo (13.71 y 71.13 ng/ml) respectivamente. Posteriormente en los días 18 y 19 del ciclo los niveles declinaron en forma drástica para llegar a los niveles basales (4.13 a 1.18 ng/ml). Estas observaciones concuerdan con lo mencionado por Pant et al., (1977), estos autores determinaron en borregas de tipo lanar la concentración de LH en plasma aumenta después de 6 horas de iniciado el estro hasta alcanzar los niveles máximos de 75.3 ng/ml. Después la concentración declina marcadamente llegando a los valores bajos alrededor de las 20 horas después del celo.

En el cuadro 18 se presenta el análisis de varianza para evaluar el efecto del TRT, época, día y la hora de muestreo (HM) sobre los niveles preovulatorios de la LH. Como era de esperarse la HM tuvo un efecto cuadrático significativo ( $P < 0.001$ ) sobre la variación de los niveles de la LH durante el período estudiado (24 horas antes y después del pico de la LH).

En la gráfica 5 se muestran los perfiles pre-ovulatorios de secreción de la LH durante el período de estudio en los dos tratamientos CS y SS. Los valores más elevados se detectaron alrededor de las 11 y 12 horas después de haberse detectado el inicio del celo. Las borregas del tratamiento SS tuvieron un pico máximo de 75 ng/ml mientras que las que permanecieron en el tratamiento CS presentaron 55 ng/ml como el valor más alto. En ambos tratamientos los valores basales de la LH se mantuvieron hasta las 8 horas en el tratamiento SS y 4 en el área CS antes de que se presentara el pico de la LH al cual se le denominó como hora 0. Posteriormente los niveles basales permanecieron por espacio de 4 horas aproximadamente para después declinar drásticamente a niveles de 10 ng/ml. Así mismo cuando se evaluaron los perfiles preovulatorios de LH en la EC y la EF, se observó que los niveles de LH en las borregas de la EC mostraron una tendencia a ser mayores en relación con los de las borregas de la EF (gráfica 6). Se detectaron niveles similares a los observados en los tratamientos (niveles basales de 2 ng/ml y picos de alrededor de 60 ng/ml). Las concentraciones de LH encontradas en este trabajo se encuentran dentro de los rangos establecidos por otros investigadores en ganado ovino de tipo lanar (Pant et al., 1977; Robertson y Rakha 1966; Scaramuzzi et al., 1971). Algunos autores citan que algunos factores tales como la gran variabilidad entre individuos, la frecuencia de muestreo, y la alta variación de los resultados entre otros, contribuyeron a no encontrar diferencias entre tratamientos y/o épocas (Hernández et al., 1986; González Padilla 1985). Los promedios mínimo cuadráticos del intervalo entre el inicio del estro y el pico de LH (IEP), se muestran en el cuadro 19. Los promedios para el IEP de las borregas en los tratamientos CS o SS fueron 11.10 y 12.57 h. respectivamente. Por otro lado valores de 10.84 y 12.52 h fueron para las borregas en la EC y la EF respectivamente. Estos valores son mayores a los mencionados para ganado ovino de tipo lanar de quienes se citan valores para IEP de 6 a 9 h después de iniciado el celo. Sin embargo, concuerdan con lo encontrado por Goding et al., (1969) quienes detectaron un rango del IEP --



entre 4 y 16 h. Existen evidencias experimentales que demuestran que el IEP está influenciado por la fertilidad característica de cada raza ovina. Wheaton et al., (1977), encontraron diferencias significativas entre las razas Finn, Suffolk y Finn x Suffolk en relación al IEP. Otros trabajos citan que las razas como la Romanov y Finnish Landrace con altos índices de concepción y tasa ovulatoria muestran un retardo en la liberación de LH en relación con las razas que poseen menor índice de fertilidad como es el caso de la Solognote, Ile de France y Prealpes (Land et al., 1973; Bindon et al., 1979). Por otro lado Quirke et al., (1981) observaron un efecto significativo ( $P < 0.05$ ) de la edad de la borrega sobre el IEP. Estos autores concluyeron que en las borregas adultas se presenta un mayor IEP comparado con las corderas 6.4 vs 3.8 h respectivamente. Asimismo algunos trabajos indican que en ovejas adultas el IEP y la ovulación es relativamente constante (21 a 26 h) y la ovulación ocurre alrededor del fin del estro (Robinson 1959; Parsons et al., 1967; Holst y Braden 1972; Cumming et al., 1973). En general no se observó efecto significativo del tratamiento o la época del año sobre los niveles sanguíneos de LH en borregas tabasco.

5.4.3. Interrelación hormonal durante el ciclo estral.- En la gráfica 7 se muestran los niveles medios en plasma de la LH y la  $P_4$  a través del ciclo estral en las borregas tabasco. Se observó una relación inversa entre los niveles de la LH y la  $P_4$ , lo cual concuerda con lo citado por Wheaton et al., (1984). Los niveles más altos de LH observados en este trabajo se presentaron en las fases inicial y final del ciclo estral que es cuando los niveles circulantes de  $P_4$  son bajos. Durante los demás días del ciclo, los niveles medios de LH son bajos y se denominan como basales (menores a 2 ng/ml). Estas observaciones concuerdan con los resultados obtenidos por (Scaramuzzi et al., 1971; Foster et al., 1975; Hauger et al., 1977; Hansel y Convey 1983). Estos autores mencionan que al principio y al final del ciclo estral que es cuando los niveles circulantes de  $P_4$  se encuentran disminuídos, (0.6 ng/ml) se presenta una -

elevada frecuencia en el número de descargas de LH (5 a 7 descargas/6 horas. Mientras que cuando los niveles de  $P_4$  se encuentran elevados (2 a 4 ng/ml) sobreviene una disminución considerable en el número de descargas de LH (0 a 2 descargas/6 horas) sugiriéndose que en esta especie la  $P_4$  regula la secreción tónica de LH (Foster et al., 1974; Hauger et al., 1977).

## VI CONCLUSIONES

Los valores de las variables e índices climáticos fueron significativamente mayores en el área del tratamiento sin sombra y en la época cálida.

Se determinó que la frecuencia respiratoria y la temperatura rectal fueron mayores en las borregas sometidas al tratamiento sin sombra y las que estuvieron en la época cálida. Estas mismas borregas tuvieron una ganancia diaria promedio menor durante el período posparto hasta que quedaron gestantes comparadas con las que permanecieron en el tratamiento con sombra y en la época fría.

La temperatura máxima y la temperatura de bola negra en su forma cúbica y lineal respectivamente, fueron las variables climáticas que mejor explicaron la variación de la frecuencia respiratoria. Mientras que la temperatura máxima y la temperatura de punto de rocío en su forma cuadrática y cúbica respectivamente, mostraron un coeficiente de determinación mayor para explicar la variación de la temperatura rectal de las borregas.

El intervalo parto-concepción fue mayor en las borregas que estuvieron en el tratamiento sin sombra. Así mismo se observó un menor peso de la cría al nacimiento procedentes de las borregas sometidas al estrés calórico. En general el comportamiento reproductivo de las borregas fue similar entre tratamientos y entre épocas.

Los niveles séricos de progesterona ( $P_4$ ) en las borregas tabasco, fueron similares entre tratamientos. Sin embargo, las borregas en la época fría tuvieron niveles mayores de  $P_4$  comparados con las de la época cálida.

La concentración plasmática de la hormona luteinizante (LH) en las borregas tabasco fue similar entre épocas y entre

tratamientos. Sin embargo, los niveles más altos de LH, se de-  
tectaron junto con la manifestación del estro. Los niveles --  
preovulatorios de LH fueron afectados por la hora de muestreo  
en su forma cuadrática.

El intervalo inicio del estro pico de LH fue similar entre  
las borregas de ambos tratamientos y épocas. Tuvo una duración  
promedio de 11 horas.

El presente estudio sugiere, que aún animales adaptados a  
condiciones tropicales como es el caso del borrego Tabasco o--  
Pelibuey, cuando se someten a condiciones naturales de "estrés"  
calórico crónico, sufren alteraciones en sus respuestas fisio-  
lógicas y en menor grado a su comportamiento reproductivo.

CUADRO 1. FORMULA DEL CONCENTRADO

INGREDIENTES	%
GRANO SECO DE CERVECERIA	42.0
PULIDO DE ARROZ Y MALTA	10.0
CONCENTRADO DE MALTA	15.0
SORGO	10.0
MELAZA	20.0
UREA	0.5
ROCA FOSFORICA	1.0
SAL COMUN	1.2
MINERALES	0.20
VITAMINA A	0.003
AZUFRE	0.100
	<hr/>
	100.003

P.C. (calculada) 14.12%  
 E.M. (calculada) 2.9

CUADRO 2. PORCENTAJES DE REACCION CRUZADA DEL ANTICUERPO CONTRA PROGESTERONA (MSU#74) UTILIZADO EN ESTE ESTUDIO.

ESTEROIDE O ESTEROL	% DE REACCION <sup>a)</sup>
PROGESTERONA	100.0
20- $\alpha$ -hidroxipregno-4-en-3-ona	10.0
TESTOSTERONA	3.5
DIHIDROTESTOSTERONA	.4
ANDROSTENEDIONA	2.5
ANDROSTADIEN-3-17-diona	.3
EPIANDROSTERONA	.5
DIHIDROESPIANDROSTERONA	<.1
ESTRONA	<.1
ESTRADIOL-17 $\beta$	<.1
ESTRIOL	<.1
CORTISOL	.2
CORTICOSTERONA	1.5
ALDOSTERONA	.3
COLESTEROL	<.1

a) Porcentaje expresado como actividad relativa a la progesterona.

CUADRO 3. MEDIAS MINIMO CUADRATICAS ( $\bar{X} \pm EE$ ) DE LAS VARIABLES CLIMATICAS: TEMPERATURA MAXIMA (TMAX), TEMPERATURA MINIMA (TMIN), TEMPERATURA DE PUNTO DE ROCIO (TPR) Y HUMEDAD RELATIVA (HR), EN LAS AREAS CON SOMBRA (CS) Y SIN SOMBRA (SS) EN DOS EPOCAS DEL-AÑO EN CLIMA TROPICAL.

V A R I A B L E		V A R I A B L E C L I M A T I C A			
	n	TMAX	TMIN	TPR	HR
TRATAMIENTO(T)					
CS	356	31.67±0.56	20.89±0.06	30.29±0.06	70.0±0.11
SS	356	33.85±0.56**	31.45±0.06**	32.58±0.06**	70.0±0.11
EPOCA (E)					
CALIDA(C)	177	33.58±0.04**	27.27±0.05**	32.30±0.05**	69.55±0.09
FRIA (F)	175	31.9 ±0.62	25.08±0.07	30.50±0.06	70.45±0.12**
Tx E					
CSxC	87	32.61±0.06 <sup>a</sup>	22.44±0.08 <sup>a</sup>	31.29±0.07 <sup>a</sup>	69.68±0.13
SSxC	89	34.56±0.07 <sup>b</sup>	32.10±0.08 <sup>b</sup>	33.27±0.07 <sup>b</sup>	69.43±0.13
CSxF	90	30.73±0.08 <sup>c</sup>	19.36±0.10 <sup>c</sup>	29.28±0.09 <sup>c</sup>	70.31±0.17
SSxF	86	33.15±0.08 <sup>d</sup>	30.81±0.10 <sup>d</sup>	31.90±0.09 <sup>d</sup>	70.66±0.17

a,b,c,d, Diferentes literales entre columnas indican diferencias significativas ( $P < 0.01$ )

\*\* ( $P < 0.001$ )

CUADRO 4. MEDIAS MINIMO CUADRATICAS ( $\bar{X} \pm EE$ ) DE LOS INDICES CLIMATICOS: TEMPERATURA DE BOLA NEGRA (TBN) TEMPERATURA MAXIMA-HUMEDAD (ITH1), TEMPERATURA MINIMA-HUMEDAD (ITH2) Y TEMPERATURA DE BOLA NEGRA-HUMEDAD (BGHI) EN LAS AREAS CON SOMBRA (CS) Y SIN SOMBRA (SS) EN DOS EPOCAS DEL AÑO EN CLIMA TROPICAL.

VARIABLES		n	INDICE		CLIMATICO	
			TBN	ITH1	ITH2	BGHI
TRATAMIENTO (T)						
CS		356	30.91±0.08	84.12±0.07	73.40±0.08	83.36±0.10
SS		356	39.84±0.09**	87.21±0.07**	84.73±0.08**	93.14±0.10**
EPOCA (E)						
CALIDA	(C)	177	36.61±0.07**	86.79±0.06**	80.44±0.07**	89.80±0.09**
FRIA	(F)	175	34.18±0.09	84.54±0.08	77.70±0.09	86.70±0.11
TxE						
CSxC		87	32.17±0.10	85.41±0.09 <sup>a</sup>	75.25±0.10 <sup>a</sup>	84.98±0.13
SSxC		89	41.06±0.10	88.17±0.09 <sup>b</sup>	85.62±0.10 <sup>b</sup>	94.62±0.13
CSxF		90	29.64±0.13	82.84±0.12 <sup>c</sup>	71.55±0.10 <sup>c</sup>	81.74±0.16
SSxF		86	38.62±0.13	86.25±0.12 <sup>d</sup>	83.85±0.13 <sup>d</sup>	91.66±0.16

a,b,c,d, Diferentes literales entre columnas indican diferencias significativas (P < 0.05)

\*\* (P < 0.001)



CUADRO 5. ANALISIS DE VARIANZA PARA LAS RESPUESTAS FISIOLÓGICAS: TEMPERATURA RECTAL (TR) C, FRECUENCIA RESPIRATORIA (FR)/min Y GANANCIA DIARIA PROMEDIO (GDP) EN BORREGAS TABASCO O PELIBUEY BAJO LOS TRATAMIENTOS CON Y SIN SOMBRA EN DOS EPOCAS DEL AÑO.

ORIGEN DE LA VARIACION	gl	C U A D R A D O S M E D I O S		
		FR	TR	GDP
TRATAMIENTO (T)	1	532474.98**	13.600**	35270.806**
EPOCA (E)	1	55620.89**	7.393**	12248.308
TxE	1	5144.40*	1.242*	1743.076
ERROR	1146	1162.30	0.330	4645.896(62) <sup>a/</sup>
R <sup>2</sup>		0.33	0.055	0.461

<sup>a/</sup> entre paréntesis gl del error para GDP.

\*\* (P < 0.01)

\* (P < 0.05)

CUADRO 6. MEDIAS MINIMO CUADRATICAS ( $\bar{x} \pm EE$ ) DE LAS RESPUESTAS FISIOLÓGICAS: TEMPERATURA RECTAL (TR), FRECUENCIA RESPIRATORIA (FR), Y GANANCIA DIARIA PROMEDIO (GDP), - EN BORREGAS TABASCO CON SOMBRA (CS) Y SIN SOMBRA (SS) EN DOS EPOCAS DEL AÑO.

V A R I A B L E	NUMERO DE OBSERVACIONES	RESPUESTA FISIOLÓGICA		
		FR, No./min	TR, C	GDP, g $\frac{1}{/}$
TRATAMIENTO (T)				
CS	578	67.5 $\pm$ 1.5 <sup>a</sup>	39.2 $\pm$ 0.025 <sup>a</sup>	59.41 $\pm$ 1.4
SS	572	109.7 $\pm$ 1.6 <sup>b</sup>	39.4 $\pm$ 0.026 <sup>b</sup>	12.68 $\pm$ 0.9
EPOCA (E)				
CALIDA (C)	575	98.8 $\pm$ 1.2 <sup>a</sup>	39.4 $\pm$ 0.020 <sup>a</sup>	49.81 $\pm$ 1.13
FRIA (F)	575	78.5 $\pm$ 1.8 <sup>b</sup>	39.2 $\pm$ 0.030 <sup>b</sup>	22.28 $\pm$ 2.02
Tx E				
CSxC	289	74.2 $\pm$ 1.6 <sup>c</sup>	39.3 $\pm$ 0.02 <sup>c</sup>	67.98 $\pm$ 0.13
SSxC	286	117.5 $\pm$ 1.6 <sup>d</sup>	39.5 $\pm$ 0.02 <sup>d</sup>	31.64 $\pm$ 1.16
CSxF	286	54.0 $\pm$ 6.0 <sup>c</sup>	39.1 $\pm$ 0.04 <sup>c</sup>	50.83 $\pm$ 2.14
SSxF	286	106.7 $\pm$ 2.7 <sup>d</sup>	39.4 $\pm$ 0.04 <sup>d</sup>	-6.28 $\pm$ 2.06

1/ Desde 30 días posparto hasta que quedaron gestantes.

Distintas literales dentro de cada variable indican diferencias significativas.

a, b (P < 0.001)

c, d (P < 0.05)

CUADRO 7. ANALISIS DE VARIANZA DE LOS PARAMETROS REPRODUCTIVOS: INTERVALO PARTO-PRIMER CALOR (IPPC), DURACIÓN DEL CELO A (DCA), DURACION DEL CELO B (DCB), DURACION DEL CICLO ESTRAL (DC) Y EL INTERVALO PARTO-CONCEPCION (IPC) DE LAS BORREGAS TABASCO CON Y SIN SOMBRA EN - EN DOS EPOCAS DEL AÑO.

ORIGEN DE LA VARIACION	gl	C U A D R A D O S			M E D I O S	
		IPPC	DCA	DCB	DC	IPC
TRATAMIENTO (T)	1	68.047	2.423	0.0619	0.576	14.168
EPOCA (E)	1	49.219	41.893	0.468	0.011	2284.042*
TxE	1	130.787	17.459	21.214	4.247*	61.133
ERROR (gl)		233.164(45)	26.450(36)	24.657(26)	0.653(15)	479.930(41)
R <sup>2</sup>		0.042	0.071	0.056	0.325	0.95

\* (P < 0.05)

CUADRO 8. MEDIAS MINIMO CUADRATICAS ( $\bar{X} \pm EE$ ) DE LOS PARAMETROS REPRODUCTIVOS: INTERVALO PARTO-PRIMER CALOR (IPPC), DURACION DEL CELO A (DCA), DURACION DEL CELO B (DCB), DURACION DEL CICLO ESTRAL (DC), INTERVALO PARTO-CONCEPCION (IPC), DE LAS BORREGAS TABAS CO CON Y SIN SOMBRA EN DOS EPOCAS DEL AÑO.

V A R I A B L E S		P A R A M E T R O				
TRATAMIENTO (T)		IPPC, días	DCA,hr	DCB,hr	DC,días	IPC,días
CON SOMBRA (CS)		92.0 $\pm$ 3.8	24.1 $\pm$ 1.2	24.1 $\pm$ 1.6	17.3 $\pm$ 0.2	97.3 $\pm$ 4.7
SIN SOMBRA (SS)		94.8 $\pm$ 3.4	23.6 $\pm$ 1.3	24.2 $\pm$ 1.5	16.9 $\pm$ 0.2	98.4 $\pm$ 4.2
EPOCA	(E)					
CALIDA	(C)	94.6 $\pm$ 2.6	22.7 $\pm$ 1.5	24.0 $\pm$ 1.7	17.1 $\pm$ 0.3	104.8 $\pm$ 4.2 <sup>a</sup>
FRIA	(F)	92.2 $\pm$ 4.4	25.0 $\pm$ 0.9	24.3 $\pm$ 1.4	17.1 $\pm$ 0.2	91.1 $\pm$ 4.7 <sup>b</sup>
TxE						
CSxC		98.0 $\pm$ 3.8	22.2 $\pm$ 1.9	25.0 $\pm$ 2.4	17.8 $\pm$ 0.4 <sup>a</sup>	105.4 $\pm$ 6.0
SSxC		91.2 $\pm$ 3.7	23.2 $\pm$ 2.3	23.0 $\pm$ 2.4	16.5 $\pm$ 0.4 <sup>b</sup>	105.4 $\pm$ 6.0
CSxF		91.7 $\pm$ 5.7	26.0 $\pm$ 1.4	23.2 $\pm$ 2.2	16.8 $\pm$ 0.4 <sup>ab</sup>	92.6 $\pm$ 6.0
SSxF		92.8 $\pm$ 6.8	24.0 $\pm$ 1.3	25.4 $\pm$ 1.8	17.4 $\pm$ 0.3 <sup>ab</sup>	84.3 $\pm$ 7.3

a,b Distintas literales entre columnas indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ )

CUADRO 9. ANALISIS DE VARIANZA DE LAS CARACTERISTICAS REPRODUCTIVAS AL PARTO: PESO AL PARTO (PP), PESO DE LA PLACENTA (PPL), NUMERO DE COTILEDONES (NCOT) Y PESO DE LOS COTILEDONES (PCOT) DE LAS BORREGAS TABASCO CON Y SIN SOMBRA EN DOS EPOCAS DEL AÑO.

ORIGEN DE LA VARIACION		gl	C U A D R A D O S M E D I O S			
			PP	PPL	NCOT	PCOT
TRATAMIENTO	(T)	1	17.362	26707.318	115.645	280.385
EPOCA	(E)	1	85.973	4107.537	365.763	601.174
TxE		1	28.335	33.275	1.042	1713.368
ERROR	(gl)		24.598(47)	10216.158(40)	287.80(40)	1271.123(40)
R <sup>2</sup>			0.102	0.071	0.040	0.054

CUADRO 10. MEDIAS MINIMO CUADRATICAS ( $\bar{X} \pm EE$ ) DE LAS CARACTERISTICAS REPRODUCTIVAS AL PARTO: PESO AL PARTO (PP), PESO DE LA PLACENTA (PPL): NUMERO DE COTILEDONES (NCOT) Y PESO DE COTILEDONES (PCOT) DE LAS BORREGAS TABASCO CON Y SIN SOMBRA EN DOS -- EPOCAS DEL AÑO.

V A R I A B L E		C A R A C T E R I S T I C A			
		PP, Kg	PPL, gr	NCOT	PCOT, gr
TRATAMIENTO (T)					
CON SOMBRA	(CS)	38.1 $\pm$ 0.9	319.4 $\pm$ 20.7	78.2 $\pm$ 3.4	95.7 $\pm$ 7.3
SIN SOMBRA	(SS)	36.9 $\pm$ 1.0	269.7 $\pm$ 22.7	74.9 $\pm$ 3.8	90.6 $\pm$ 8.0
EPOCA (E)					
CALIDA	(C)	38.8 $\pm$ 1.0	304.3 $\pm$ 22.7	73.7 $\pm$ 3.8	89.4 $\pm$ 8.0
FRIA	(F)	36.2 $\pm$ 0.9	284.8 $\pm$ 20.7	79.5 $\pm$ 3.4	96.9 $\pm$ 7.3
TxE					
CSxC		38.7 $\pm$ 1.3	328.2 $\pm$ 30.4	75.1 $\pm$ 5.1	85.7 $\pm$ 10.7
SSxC		39.4 $\pm$ 1.6	280.3 $\pm$ 33.6	72.2 $\pm$ 5.6	93.2 $\pm$ 11.8
CSxF		37.5 $\pm$ 1.2	310.5 $\pm$ 28.0	81.3 $\pm$ 4.7	105.7 $\pm$ 9.8
SSxF		34.8 $\pm$ 1.3	259.0 $\pm$ 30.4	77.7 $\pm$ 5.1	88.0 $\pm$ 10.7

CUADRO 11. ANALISIS DE VARIANZA DEL PESO AL NACER DE LOS COR  
DEROS (PCN) Y KILOGRAMOS PARIDOS (KP) DE LAS BO  
RREGAS TABASCO O PELIBUEY CCN Y SIN SOMBRA EN DOS  
EPOCAS DEL AÑO.

ORIGEN DE VARIACION	gl	CUADRADOS	MEDIOS
		PCN	KP
TRATAMIENTO (T)	1	1.082*	.941
EPOCA (E)	1	.039	30.038**
TxE	1	.591	.138
TIPO DE PARTO (TP)	1	2.220**	.002
TxTP	1	.407	1.446
ExTP	1	.437	.541
TxEExTP	1	.575	1.426
ERROR	57	.350	.548
R <sup>2</sup>		0.472	0.741

\* (P < 0.10)    \*\* (P < 0.01)

CUADRO 12. MEDIAS MINIMO CUADRATICAS ( $\bar{x} \pm EE$ ) DEL PESO AL NACER (PCN) DE LOS CORDEROS Y KILOS PARIDOS (KP) DE LAS BORREGAS TABASCO O PELIBUEY CON Y SIN SOMBRA EN DOS EPOCAS DEL AÑO.

VARIABLE	CARACTERISTICA	
	PCN, Kg	KP, Kg
TRATAMIENTO (T)		
CON SOMBRA (CS)	2.92 $\pm$ 0.1*	4.01 $\pm$ 0.1
SIN SOMBRA (SS)	2.45 $\pm$ 0.1	3.65 $\pm$ 0.2
EPOCA (E)		
CALIDA (C)	2.54 $\pm$ 0.2	3.83 $\pm$ 0.2
FRIDA (F)	2.60 $\pm$ 0.1	3.82 $\pm$ 0.1
TxE		
CSxC	2.95 $\pm$ 0.1	5.50 $\pm$ 0.2
SSxC	2.47 $\pm$ 0.1	4.42 $\pm$ 0.2
CSxF	3.20 $\pm$ 0.1	4.35 $\pm$ 0.1
SSxF	2.72 $\pm$ 0.1	5.00 $\pm$ 0.2
TIPO DE PARTO		
SIMPLE	2.93 $\pm$ 0.1 <sup>a</sup>	2.93 $\pm$ 0.1 <sup>a</sup>
MULTIPLE	2.36 $\pm$ 0.2 <sup>b</sup>	4.75 $\pm$ 0.2 <sup>b</sup>

a, b Distintas literales entre columna indican diferencias significativas ( $P < 0.01$ )

\* ( $P < 0.10$ )



CUADRO 13. ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS NIVELES DE PROGESTERONA ( $P_4$ ) DURANTE EL CICLO ESTRAL EN BORREGAS TABASCO CON Y SIN SOMBRA EN DOS EPOCAS DEL AÑO.

ORIGEN DE LA VARIACION		gl	CUADRADO MEDIO
TRATAMIENTO	(T)	1	2.96
EPOCA	(E)	1	23.14**
ExT		1	0.93
$B^a/$ (ExT)		9	1.78
<hr/>			
DIA DEL CICLO	(D)	15	1.26**
TxD		12	0.37
ExD		12	0.29
ERROR		188	0.29
<hr/>			
$R^2 = 0.729$			

a/ Borrega

\*\* ( $P < 0.01$ )

CUADRO 14. VALORES MINIMO CUADRATICOS ( $\bar{x} \pm EE$ ) DE LOS NIVELES PLASMATICOS DE PROGESTERONA ( $P_4$ ) EN BORREGAS TABASCO CON SOMBRA (CS) Y SIN SOMBRA (SS) EN DOS EPOCAS DEL AÑO.

VARIABLES	PROGESTERONA ng/ml
TRATAMIENTO	
CS	1.77 $\pm$ 0.36
SS	1.55 $\pm$ 0.52
EPOCA	
CALIDA	1.30 $\pm$ 0.18 <sup>a</sup>
FRIA	2.02 $\pm$ 0.23 <sup>b</sup>

<sup>a, b</sup> Distintas literales indican diferencias significativas ( $P < 0.01$ )

CUADRO 15. VALORES MINIMO CUADRATICOS ( $\bar{x} \pm EE$ ) DE LOS NIVELES PLASMA  
TICOS DE PROGESTERONA ( $P_4$ ) DURANTE EL CICLO ESTRAL EN BO-  
REGAS CON SOMBRA Y SIN SOMBRA EN DOS EPOCAS DEL AÑO.

DIA DEL CICLO ESTRAL	PROGESTERONA ng/ml
2	1.125 $\pm$ 0.15
4	1.662 $\pm$ 0.14
6	1.703 $\pm$ 0.14
8	2.035 $\pm$ 0.14
10	2.342 $\pm$ 0.14
12	2.425 $\pm$ 0.14
13	2.347 $\pm$ 0.14
14	2.377 $\pm$ 0.14
15	2.050 $\pm$ 0.14
16	1.356 $\pm$ 0.14
17	1.065 $\pm$ 0.15
18	0.902 $\pm$ 0.15
19	0.884 $\pm$ 0.18
20	0.740 $\pm$ 0.29

CUADRO 16. ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS NIVELES DE LA HORMONA LUTEINIZANTE DURANTE EL CICLO ESTRAL EN BORREGAS TABASCO CON Y SIN SOMBRA EN DOS EPOCAS DEL AÑO.

ORIGEN DE LA VARIACION	gl	CUADRADO MEDIO
TRATAMIENTO (T)	1	216.3
EPOCA (E)	1	9.7
ExT	1	4.9
B <sup>a</sup> / (ExT)	16	117.4
DIA DEL CICLO (D)	12	1196.7**
TxD	12	35.1
ExD	12	44.4
ERROR	813	163.1
$R^2 = 0.115$		

a/ Borrega

\*\* (P < 0.001)

CUADRO 17. VALORES MINIMO CUADRATICOS ( $\bar{X} \pm EE$ ) DE LOS NIVELES PLASMATICOS DE HORMONA LUTEINIZANTE DURANTE EL CICLO ESTRAL EN BORREGAS TABASCO CON Y SIN SOMBRA EN DOS EPOCAS DEL AÑO

DIA DEL CICLO ESTRAL	HORMONA LUTEINIZANTE ng/ml
2	1.05 $\pm$ 0.20
4	1.27 $\pm$ 0.21
6	1.50 $\pm$ 0.36
8	1.39 $\pm$ 0.27
10	1.29 $\pm$ 0.26
12	1.60 $\pm$ 0.35
13	1.22 $\pm$ 0.09
14	2.03 $\pm$ 0.63
15	2.70 $\pm$ 0.62
16	13.71 $\pm$ 2.99*
17	71.13 $\pm$ 4.57*
18	4.13 $\pm$ 0.98
19	1.18 $\pm$ 0.16

a/ Promedio de los 6 muestreos diarios

\* (P < 0.01)

CUADRO 18. ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS NIVELES PREOVU  
LATORIOS DE HORMONA LUTEINIZANTE EN BORREGAS  
TABASCO CON Y SIN SOMBRA EN DOS EPOCAS DEL -  
AÑO.

ORIGEN DE LA VARIACION			CUADRADO MEDIO
TRATAMIENTO	(T)	1	607.7
EPOCA	(E)	1	6.0
ExT		1	113.9
B (ExT)		16	382.17
<hr/>			
HORA DE MUESTREO (HM)		10	6067.7
HM2		1	15999.8
HM3		1	5.3
ERROR		240	231.7

\*\* ( $P < 0.01$ )

CUADRO 19. INTERVALO ENTRE EL INICIO DEL ESTRO Y EL PICO DE HORMONA LUTEINIZANTE (LH) EN BORREGAS TABASCO CON SOMBRA (CS) Y SIN SOMBRA (SS) EN DOS EPOCAS DEL AÑO: CALIDA (EC) Y FRIA (E )

VARIABLE	INTERVALO ESTRO PICO DE LH <sup>a/</sup>
TRATAMIENTO	
CS	11.10 ± 0.34
SS	12.57 ± 0.14
E P O C A	
EC	10.84 ± 0.19
EF	12.52 ± 0.32

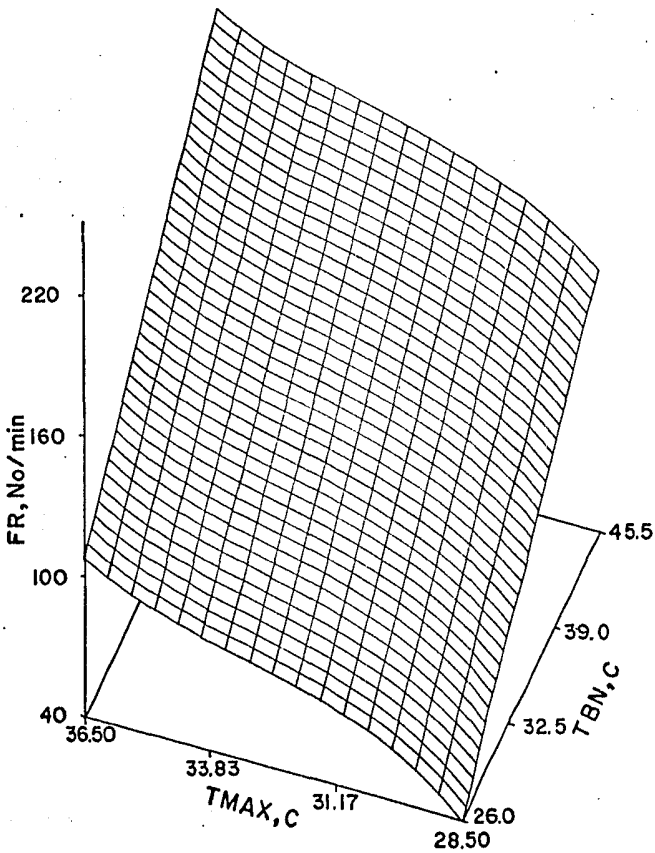
a/ ( $\bar{x} \pm EE$ ) horas.

## GRAFICA 1

FRECUENCIA RESPIRATORIA (FR) EN RELACION CON LA TEMPERATURA MAXIMA (TMAX) Y TEMPERATURA DE BOLA NEGRA (TBN)

$$\hat{y} = -8138.3 + 727.7 \text{ TMAX} - 21.84 \text{ TMAX}^2 + 0.21 \text{ TMAX}^3 + 5.90 \text{ TBN}$$

$$R^2 = .34$$



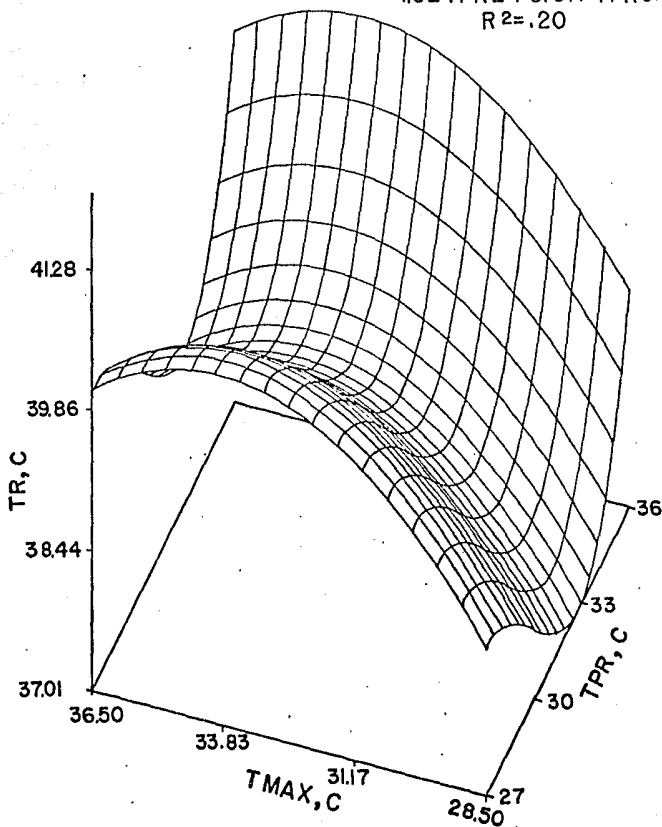


## GRAFICA 2

TEMPERATURA RECTAL (TR) EN  
RELACION CON LA TEMPERATURA  
MAXIMA (TMAX) Y LA TEMPERATURA  
DE PUNTO DE ROCIO (TPR)

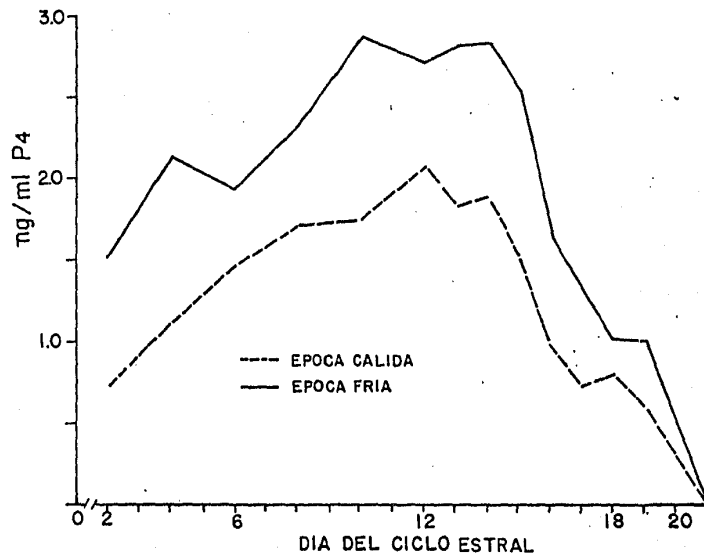
$$\hat{y} = 482.4 + 4.80T_{MAX} - 0.71T_{MAX}^2 + 45.08T_{PR} - 1.52T_{PR}^2 + 0.017T_{PR}^3$$

$$R^2 = .20$$



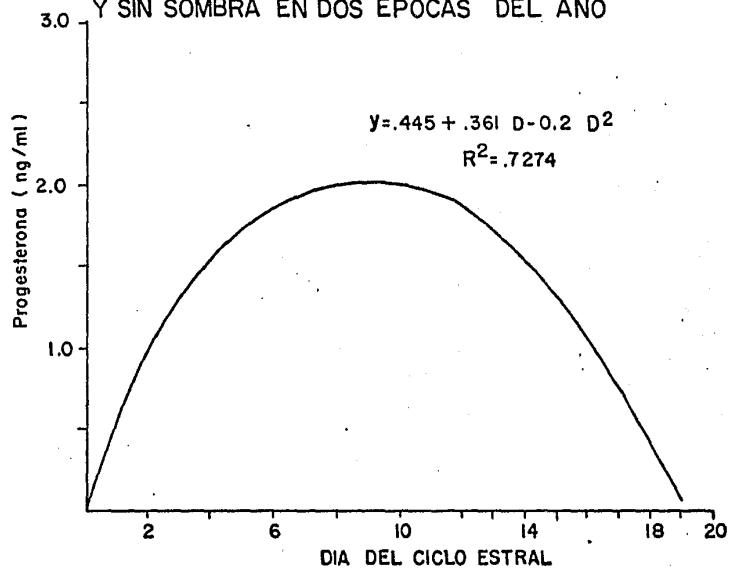
GRAFICA 3

NIVELES DE PROGESTERONA (P<sub>4</sub>) DURANTE EL CICLO ESTRAL  
DE LAS BORREGAS TABASCO EN DOS EPOCAS DEL AÑO

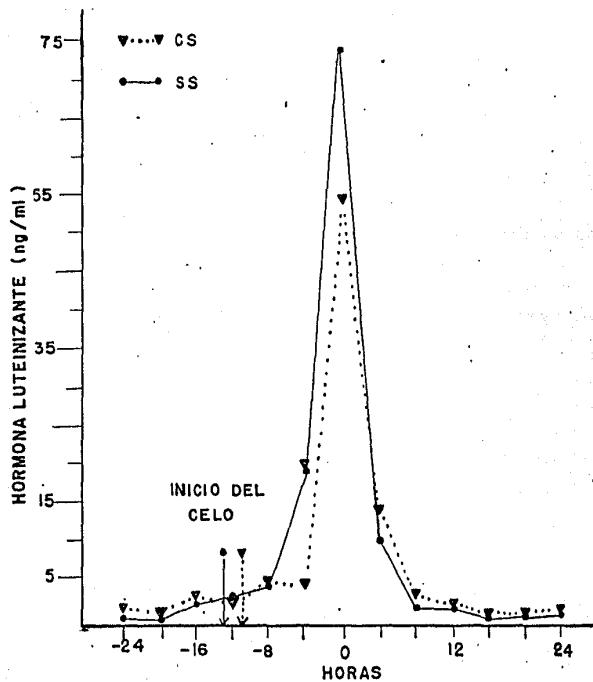


GRAFICA 4

NIVELES PLASMATICOS DE PROGESTERONA DURANTE EL  
CICLO ESTRAL EN LAS BORREGAS TABASCO CON SOMBRA  
Y SIN SOMBRA EN DOS EPOCAS DEL AÑO

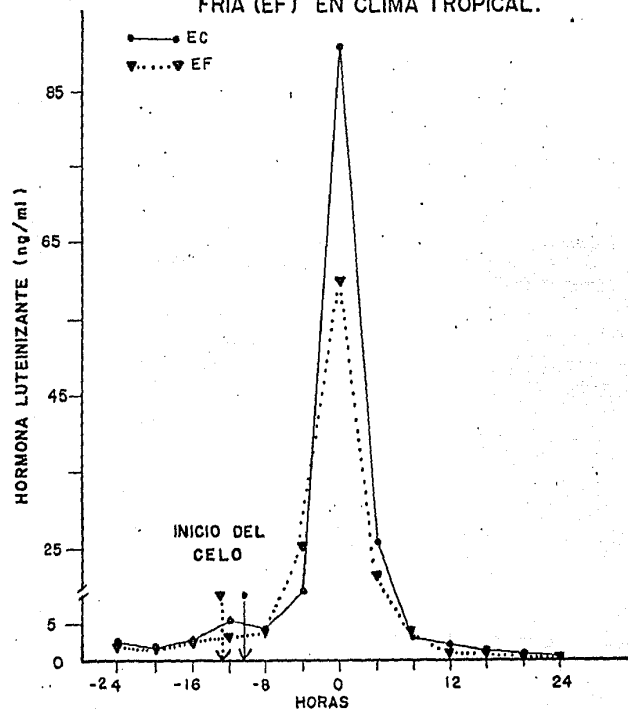


GRAFICA 5  
NIVELES PREOVULATORIOS DE HORMONA LUTEINIZANTE EN  
BORREGAS TABASCO CON SOMBRA (CS) Y SIN SOMBRA (SS)  
EN CLIMA TROPICAL.



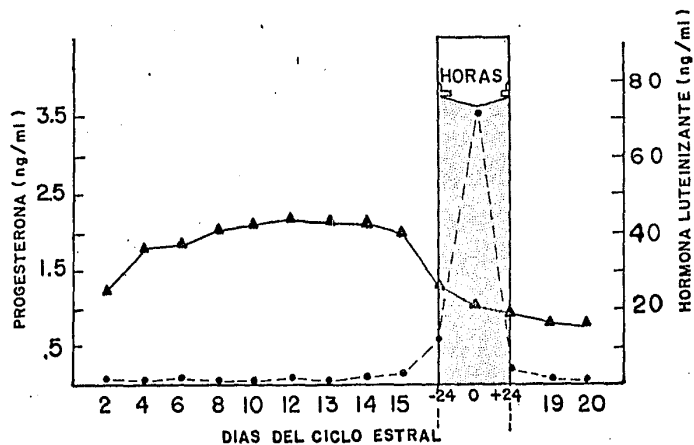
GRAFICA 6

NIVELES PREOVULATORIOS DE HORMONA LUTEINIZANTE EN BORREGAS TABASCO DURANTE LA EPOCA CALIDA (EC) Y EPOCA FRIA (EF) EN CLIMA TROPICAL.



## GRAFICA 7

CONCENTRACION MEDIA EN PLASMA DE LA HORMONA LUTEINIZANTE (•---•) Y PROGESTERONA (▲---▲) DURANTE EL CICLO ESTRAL EN BORREGAS TABASCO.



## VI LITERATURA CITADA

- Abilay, T.A., H.D. Johnson, and Madan, 1975(a) influence of environmental heat on peripheral plasma progesterone and cortisol during the bovine estrous cycle J. Dairy Sci.--58:1836.
- Abilay, T.A., R. Mitral, and H. D. Johnson, 1975(b) Plasma-cortisol and total progestin levels in Holstein steer during acute exposure to high environmental temperatures - (42C) conditions. J. Anim. Sci. 41:113.
- Adolph, E.F. 1964. Perspective of adaptation: Some general-properties. In: Adaptation to the environmental. Sect. 4. Handbook of physiology, Amer. Physiol Soc. Washington D. C. p. 121.
- Alexander, G., and D. Williams, 1971. Heat stress and development of the conceptus in domestic sheep. J. Agric. -- Sci. 76:53-72.
- Allen, I.E., and J. Bligh. 1969. A comparative study of the temporal patterns of cutaneous water vapor loss from some domesticated mammals with epitrichial sweat glands. Comp. Biochem. Physiol., 31, 347-363.
- Alliston, C.W. and L.C. Ulberg, 1961. Early pregnancy loss in sheep at ambient temperatures of 70 and 90°F, as determined by embryo transfer. J. Animal. Sci. 20:608-613.
- Alliston, C.W., G.E. Egli., and L.C. Ulberg, 1961. Loss of potential young in the ewe due to high ambient temperature. J. Applied Physiol. 16:243-256.
- Alliston, C.W., B. Howarth, and L.C. Ulberg. 1965. Embryonic mortality following culture in vitro of one-and two-cell

- rabbit eggs at elevated temperatures J. Reprod. Fert.--  
9:337.
- Alvarez, M.B. and H. D. Johnson, 1973, Environmental heat--  
exposure on cattle plasma catecholamines and glucocorti-  
coids, J. Dairy Sci. 56:189.
- Ames, D.R., J.E. Neller and T. Adams. 1971. Energy balance  
during heat stress in sheep. J. Anim. Sci. 32:784.
- Amos, M., R. Burgess, R. Blackwell, W. Vale, K. Fellows,-  
and R. Guillemin, 1971. Biochem. Biophys Res. Commun ---  
44:205.
- Anderson, B., 1964. Hypothalamic temperature and thyroid--  
activity, in brain thyroid relationships, Ciba found --  
study groups, 18:35-50.
- Anderson, S.G., B. T. Hockshaw, J.G. Still and J.C. Greiss.  
1977. Uterine Blood flow and its distribution after chro-  
nic estrogen and progesterone administration, Amer. J.-  
of Obst. Gynecol., 127:138-142.
- Arimura, A., Sato, H. T. Kumasaka., R. B. Worobec., L. Debel  
juc., J. D. Dunn., and A. V. Schally. 1973. Production -  
of Antiserum to LH-RH associated with marked atrophy of-  
the gonads in rabbits; characterization of the antibody-  
and development of a radioimmunoassay for LH-RH.  
Endocrinology. 93:1092.
- Asdell, S.A. 1946. Patterns of mammalian reproduction cows-  
tock publishing Co. Ithaca, N.Y.



- Baile, C.A., and J.M. Forbes., 1974. Control of feed intake and regulation of energy balance in ruminants. Phys.-Rev., 54, 160-214.
- Baird, D.T. 1978. Local. utero-ovarian relationships. In-- Control of ovulations, Butterworths, 217-233. London.
- Baird, D.T., 1978. Pulsatile secretion of LH and ovarian--estradiol during the follicular phase of the oestrus cycle. Biol. Reprod. 18:359-364.
- Baird, D.T. and McNeilly, A.S. 1981. Gonadotrophic control of follicular development and function during the oestrus cycle of the ewe. J. Reprod. Fert. Suppl. 30:119--133.
- Baird, D.T. and R.J. Scaramuzzi. 1976. Change in the secretion of ovarian steroids and pituitary luteinizing hormone in the periovulatory period in the ewe. The effect of progesterone. J. Endoc. 10:237-245.
- Baldwin, B.A., 1975. The effects of intraruminal loading--with cold water on thermoregulatory behavior in sheep.- J. Physiol. 249:139-152.
- Baldwin, B.A. and D.L. Ingram 1967. The effects of heating and cooling the hypothalamus on behavioral thermoregulation in pigs. J. Physiol 191:375-392.
- Baldwin, B.A. and J.M. Lipton. 1973. Control and peripheral temperatures and EEG changes during behavioral thermoregulation in pigs, Acta neurobiol exp. 33:433-447.
- Baker, M.A., and J.N. Howard., 1968. The influence of the nasal mucosa and the carotid rete upon hypothalamic --- temperature in the sheep, J. physiol, (London) 198:561-579.

- Barnett, S.A., 1964, The rat; A study in Behaviour. Chicago, Aldine.
- Barr, J.A., H.J. Goodnight, J.P. Small., W.H. Blair. 1979 SAS USER'S GUIDE; Copyright by SAS Institute Inc. United States of America 237-391.
- Beaty, T. and H. Ll. Williams, 1971a. The reproductive performance of British breeds of sheep in on equatorial environment I. Mountain Breeds, British Vet. 127:1-9.
- Beaty, T. and H. Ll. Williams 1971b. The reproductive performance of British breeds of sheep in on equatorial environment. II Lowland breeds. British Vet. J. 127:10-19.
- Berruecos V., J.M. Valencia Z., H. Castillo R. 1975. Genética del borrego Tabasco o Pelibuey. Técnica Pecuaria en Méx. 29:59-65.
- Berruecos V.J.M. 1978. Algunos aspectos sobre la cría del borrego Tabasco. XIV Reunión Anual. Sección Trópico. INIP p. 36-44.
- Bianca, W., 1964. Thermoregulatory responses of the dehydrated or to drinking cold and warm water in a warm environment. Res. Vet. Sci., 5: 75-80.
- Bianca, W., 1965. Reviews of the progress of dairy science. Section A. Physiology cattle in a hot environment, J. Dairy Res., 32:291-345.
- Bianca, W., 1968. Thermoregulation. In: Adaptation of Domestic Animals. Ed., S.E. Hafez, Lea and Febiger, Philadelphia, 97-118.
- Bindon, B.M., M.R. Blahc, M. Terqui, Pelletier and J. Thimo--

nier. 1979. Perioovulatory gonadotrophin and ovarian steroid patterns in sheep of breeds with different fecundity. J. -- Reprod. Fert. 55:15-25.

Bjersing L., Hay, M.F., Kanh, G., Moor, R.M., Naftolin, F., -- Scaramuzzi, R.J., Short, R.V. and Younglai, E.V. 1972. --- Changes in gonadotrophins, ovarian steroids and follicular morphology in sheep at oestrus J. Endoc. 52:465-479.

Bligh, J., 1959. The receptors concerned in the thermal stimulus to panting in sheep, J. Physiol (London) 146,142-151.

Bligh, J., H.W. Cattle and M. Maskray. 1971. Influence of --- ambient temperature on the thermoregulatory responses to - 5-hydroxy-tryptamine, noradrenaline and acetylcholine injected into lateral cerebral ventricles of sheep, goats, - and rabbits J. Physiol. London, 212:377-392.

Blincoe, C. 1958. Influence of constant ambient temperature on the thyroid activity and Iodine metabolism of shorthorn, -- Sta. Gertrudis, and Brahaman calves during growth. Mo. Agr. Exp. Sta. Res. Bul. 649.

Bolt, D.J., H.E. Kelley and H. W. Hank. 1971. Release of LH by estradiol in cycling ewes. Biol. Reprod. 4:35.

Bond, T.E., and C.F. Kelly 1955. The globe thermometer in agricultural research. Agric. Engineering 36:251.

Branton C., 1971. Efecto de los factores climáticos sobre la-- producción de leche en las áreas tropicales y subtropicales del mundo. XIX Congreso Mundial de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México. 29-58.

Brody, S. Ragsdale, A.C. Thompson, H.J. and Worstell, D.M. --- 1954. Environmental physiology and shelter engineering. XXV

The effect of wind on milk production, feed and water consumption and body weight in dairy cattle. M. Ag. Exp. Sta. Res. Bul., 545:1-20.

- Brooks, J.R., G.W., Pipes and C.W. Ross. 1962. Effect of temperature on the thyroxine secretion rate of rams., J. Anim. Sci., 21:414-417.
- Brown, D.E., P.C. Harrison, F.C. Hinds., J.A. Lewis and M.H.--Wallace. 1977. Heat stress effects on fetal development during late gestation in the ewe. J. Anim. Sci. 44:442-446.
- Brown, D.E., and P.C. Harrison 1981. J. Anim. Sci. 52:1114.
- Román-Ponce H., 1978. Efectos del estres térmico sobre la fertilidad del ganado bovino. 39 págs. (Mimeog.).
- Brown, D.E. and P.C. Harrison. 1984. Lack of peripheral sympathetic control of uterine blood flow during acute heat stress. J. Anim. Sci. 59:182-188.
- Brown, D.E., P.C. Harrison, F.C. Hinds., J.A. Lewis and M.H.--Wallace. 1977. Heat stress effects on fetal development during late gestation in the ewe. J. Anim. Sci. 44:442-446.
- Buffington D.E., A. Collazo-Arocho., G.H. Canton., D. Pitt. -- 1981. Black globe Humidity Index (BGHI) as comfort Equation for dairy cows. Transactions of the ASAE. p.p. 711-714.
- Cardielhac P.J. 1971. Fluid compartments, electrolytes, and renal physiology. In: James E. Breazile. Text. Book of Veterinary physiology Lea & Febiger, Philadelphia, E.E.U.U. 305--314.
- Carmell P.W., S. Arak., M. Ferm. 1976. Pituitary stalk portal-blood collection in rhesus monkeys: evidence for pulsation release of gonadotrophin releasing hormone (GnRH). Endocrinology 29:242.

- Cartwright, G.A., and C.J. Thwaites., 1976. Foetal stunting in sheep I. The influence of maternal nutrition and high ambient temperatures on the growth and proportion of Merino foetuses, J. Agric. Sci., 86:573-580.
- Castillo R.H., Berruecos J.M., J.J. Hernández., J. Pérez., A. J. López, R. Quezada 1974. Comportamiento reproductivo del borrego Tabasco o Pelibuey mantenido en clima tropical. -- Ia. Reunión Anual del INIP. México p. 16. Resúmen.
- Castillo R.H., J.J. Hernández, V.J. Berruecos, J.J. López --- 1977. Comportamiento reproductivo del borrego Tabasco mantenido en clima tropical, II. Características seminales. -- Téc. Pec. Méx. 31:63-67
- Castillo R.H., J.J. Hernández, J.M. Berruecos., A. López 1977 Comportamiento reproductivo del borrego tabasco mantenido en clima tropical III. Pubertad y duración del estro. Téc. Péc. en Méx. 32:32-35
- Castillo R.H., J.M. Berruecos, J.J. Hernández, J.M. Pérez., -- J.M. López y A.J. Quezada 1974. Comportamiento reproductivo del borrego Tabasco o Pelibuey mantenido en clima tropical Ia. Reunión Anual del INIP. México, p. 16. (Resúmen).
- Castillo R.H., M. Valencia y J.M. Berruecos 1972. Comportamiento reproductivo del borrego Tabasco mantenido en clima tropical y subtropical I. Indices de fertilidad. Téc. Péc. en Méx. 20:52-56.
- Cena, K. 1974. Radiative heat loss from animals and man. In: Heat loss from animals and man. Monteith and Mount (eds). -- Butterworths.
- Clapperton, J.L., J.P. Joyce and K.L. Blaxter., 1975. Estimates of the contribution of solar radiation to the thermal-

- exchanges of sheep at a latitude of 55° north. J. Agric. - Sci. 64, 37-49.
- Collier, R.J., D.C. Beede, W.W. Thatcher, L.R. Israel and C. J. Wilcox, 1982. Influence of environment and its modification on dairy animal health and production. J. Dairy--Sci. 65:2213.
- Cole, H.H., P.T. Cupps and L.L. Anderson. 1969. Reproduction in domestic animals. 2a. ed. New York and London, p. 217-220.
- Collins, K.J. and J.S. Weiner., 1968. Endocrinological aspects of exposure to high environmental temperatures, --- Phys. Reviews, 48:785.
- Conley, C.L., and J.L. Nickerson., 1945. Effects of temperature change on the water balance of man. Amer. J. Physiol 143: 373-378.
- Cooper, K.E., Johnson, R.H., and J.M.K. Spalding., 1964. The effects of central body and trunk skin temperature on reflex vasodilation in the hand, J. Physiol (London), 46-54.
- Crichton, D.B., B.M. Hartley and G.E. Lamming. 1973. Changes in luteinizing hormone releasing activity of the hypothalamus, and in pituitary gland and plasma luteinizing hormone during the oestrus cycle of the sheep . J. Endocrinology 58:377.
- Critchfield, H.J. 1966. General climatology 2d. Prentice -- Hall, Englewood cliffs. New Jersey.
- Cumming, J.A. Buckmaster, J.M. Blockey, M.A. de B., J.R. Winfield, C.G. and R.W. Boxter, 1973. Constancy of interval between LH release and ovulation in the ewe. Biol. Reprod. 32:24-29.

- Cunha, I., A. Warnick and M. Koger 1967. Factors affecting calf crop. Univ. Florida, Gainesville USA.
- Chowers, I., H.I. Hammel., J. Eisenman., R.M. Abrams and S.M.-- McCann. 1966. Comparasion of effect of environmental and preop<sub>t</sub>ic heating and pyrogen on plasma cortisol. Am. J. Physiol.- 210:606-610.
- Chowers, I., N. Conforti., and R.A. Siegal, 1976. Interrelationships between the central nervous system and patterns of adre<sub>n</sub>corticotropic secretion following acute exposure to environ<sub>m</sub>ental conditions. Israel: J. Med. Sci., 12:1010-1018.
- Christian, G.I. and H.D. Johnson 1972. Cortisol turnover in heats<sub>t</sub>ressed cows J. Anim. Sci., 35:1005-1010. v
- Del Campo, C.H. and O.J. Ginther. 1973. Vascular anatomy of the uterus and ovaries and the unilateral luteolityc effect of -- the uterus: Horses, sheep and swine, Am. J. Vet. Res. 34:305.
- DGGM. 1977. Compendio de apuntes para la formación de personal-- meteorológico de la clase III. Vol. 1. O.M.M. pp. 21-32.
- Dickson, W.M., M.J. Basc., and A. Locatellu 1969. Effect of es-- trogen and progesterone on uterine blood flow of castrate --- sows. Am. J. Physiol. 217:1431-1434.
- Dierschke D.J., A.N. Bhatacharya, L.E. Atkmsn, E. Knobil 1970. Circhoral oscillations of plasma LH levels in the ovariecto-- mized rhesus monkey. Endocrinology. 87:850.
- Donaldson, L.D., J.M. Basset, and G.D.T. Thorburn. 1970. Periphe<sub>l</sub>al plasma progesterone concentration of cows during puberty, oestrus cycles, pregnancy and lactation, and the effects of - undernutrition or exogenous oxytocin on progesterone concen-- tration. J. Endoc. 48:594.

- Dunlap, S.E., and C.K. Vincent. 1971. Influence of postbreeding thermal stress on conception in dairy cattle. J. Animal Sci. 32:1216.
- Dutt, R.H. 1963. Critical period for early embryo mortality-- in ewes exposed to high ambient temperatures. J. Animal Sci. 22:713-719.
- Dutt, R.H., E.F. Ellington, and W.W. Carlton. 1959. Fertilization rate and early embryo survival in sheared and unshorn ewes following exposure to elevated temperature. J. Animal Sci. 18:1308.
- Edwards, R.L., I.T. Omtvedt., E.J. Turman., D.F. Stephens and-- G.W.A. Mahoney 1968. Reproductive performance of gilts following heat stress prior to breeding and in early gestation. - J. Animal. Sci. 27:1634-1637.
- Everett, J.W. 1972. The third annual Card G. Hortman lecture, -- Brain, pituitary gland and the ovarian cycle. Biol. Reprod. 6:3-12.
- Fallon, G.R. 1962. Body temperature and fertilization in the -- cows. J. Reprod. Fert. 3:116.
- Fanger, P.O., 1967. Calculation of thermal comfort: Introduction of a basic comfort equation. Amer. Soc. Heating, Refrig. and Cond. Engineers Trans. 73:1-20.
- Fernández Cano, L. 1958. Effects of changes in body temperature and hypoxia on pregnancy in adrenalectomized rats. Fert. and Ster. 9:460.
- Finch V.A. 1986. Body temperature in beef cattle: it's control-- and relevance to production in the tropics. J. Anim. Sci. --- 62:531-542.



- Fink, G. 1979. Neuroendocrine control of gonadotrophin secretion  
Br. Med. Bull. 35:155-160
- Fitzgerald, J., F. Micheland R. Butler. 1982. Growth and sexual-maturation in ewes: Dietary and seasonal effects modulating -luteinizing hormone secretion and first ovulation. Biol. of-Rep. 27:864-870
- Flint, A.P.F., R.D. Burton, J.E. Gadsby., P.T.K. Saunders and P. B. Heap, 1979: In: Maternal recognition of pregnancy, p. 209. Excerpta Medica Amsterdam.
- Folk, G.E., 1974. Textbook of environmental physiology, Second--Edition. Ed. Lea & Febiger. 112-113.
- Foster, D.L., J.A. Lemons, R.B. Jaffe and G.A. Niswender, 1975.- Sequential Patterns of circulating LH and FSH in female sheep from early post-natal life through the first estrous cycles.- Endocrinology, 97:985-994.
- Fox, R.H. and S.M. Hilton., 1958. BradyKinen formation in human-skin as a factor in heat in vasodilation, J. Physiol, (London) 142, 219-232.
- Frank, A.H., and A. Appelby 1943. Induction of estrus and ovulation in ewes during their anestrus season. J. Anim. Sci. 2:--251.
- Fuquay, J.W., W.H. McGree and F.M. Hutson 1970. Seasonal effect-on reproductive performance in dairy cattle. Mississippi Farm-Res. 33:8
- Gadsby, J.E. and R.B. Heap. 1978. In: Novel aspects of reproductive physiology, p. 263. Spectrum Publications, New York.
- Galindo I., A. Chávez 1977. Estudio del clima solar en la Repū--blica Mexicana I. Radiación solar total. DGSMN.

- Ganong, W.F. 1977. Role of the nervous system in reproductive processes. p. 52-65. In: Reproduction in Domestic Animals. H.H.-- Cole and P.T. Cupps. Third edition. Academic Press, New York.
- García, E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. UNAM. México, D.F. p. 27.
- García E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. UNAM. Instituto de Geografía, D.F.
- Gardner, M.L., N.L. First and C.E. Casida 1963. J. Anim. Sci. 22: 132.
- Gates, D.M. 1962. Energy exchange in the biosphere, Horper Rom., New York.
- Gates, D.M. 1980. Biophysical Ecology. D.E. Reichle (ed) Springer Verlag.
- Gengler, W.R., F.A. Martz., H.D. Johnson., G.F. Krause and L. --- Hahn. 1970. Effect of temperature on food and water intake and rumen fermentation J. Dairy Sci., 53, 434-437.
- Glencross, R.G., I.B. Munro, B.E. Senior, and G.S. Pope. 1973. -- Concentrations of oestradiol 17-B, oestrone and progesterone - in jugular venous plasma of cows during the oestrous cycle and in early pregnancy. Acta Endocrinológica 73:374.
- Glimp, H.A. 1981. Effect of breed and mating season on reproductive performance of sheep. J. Anim. Sci. 32:1176-1182
- Goding, J.R., K.M. Catt, J.M. Brown., C.C. Kaltenbach., I.A. Cumming., y B.J. Mole. 1969. Radioimmunoassay for ovine luteinizing hormone. Secretion of luteinizing hormone estrus and following estrogen administration in the sheeps. Endocrinology-- 85:133-142.

- Goodman, R.L., S.M. Pickoner, and F.J. Karsch. 1981. Ovarian feedback control of follicle stimulating hormone in the ewe: evidence for selective suppression Endocrinology 108, 772-777.
- Gómez, F., J.C. 1947. Observatorios y estaciones del servicio meteorológico. Hidrógrafos. Abaco del Ing. J. Gómez Farías. p. -25. 4<sup>a</sup> Ed.
- González A., J. de Alba; W.C. Foote. 1981. Progesterona y hormona luteinizante en la gestación en ovejas Pelibuey. ALPA. p. F-42 República Dominicana.
- Greep, R.O. 1961: Physiology of the anterior hypophysis in relation to reproduction. In: Sex and interval secretions, Vol. 1. -240-301.
- Gwazdauskas, F.C. 1974. Interrelationships of certain thermoland-endocrine phenomena and reproductive function in the female bovine. Ph. D. Thesis. University of Florida.
- Gwazdauskas, F.C., C.J. Wilcox, and W.W. Thatcher. 1975. Environmental and managemental factors affecting conception rate in a subtropical climate. J. Dairy Sci. 58:88
- Gwazdauskas, F.C. R.M. Abrams, W.W. Thatcher, F.W. Baser and D. --Caton. 1974. Thermal changes of the bovine uterus following --administration of estradiol-17b. J. Anim. Sci. 39:87.
- Gwazdauskas, F.C., W.W. Thatcher, and C.J. Wilcox 1973. Physiological, environmental and hormonal factors at insemination which may affect conception. J. Dairy Sci. 56:873.
- Hafez, E.S.E. 1952. Studies on the breeding season of sheep J. --Agric. Sci., 42:189-265.
- Hafez, E.S.E. 1970. Physiology of behavior in Dukes's Physiology of domestic animals eight edition ed. Cornell Un. E.E.U.U. ---1052-1081.

- Hahn L. 1971. Evaluation of summer dairy production environmental modification in Missouri. PhD. Thesis. Univ. Flor. Col.
- Hale, F.C., K.A. Westland, and C.L. Taylor., 1958. Barometric and vapor pressure influence on insensible weight loss. J. appl.--Physiol. 12:20-28.
- Hammel, H.T., 1955., Thermal properties of fur. American. J. of -Physiol. V. 182, 369-376.
- Hammond, J. Jr. 1974: On the breeding season in the sheep. J. ---Agric. Sci. (Comb) 34:97-105.
- Hansel, N. and E.M. Convey, 1983. Physiology of the estrous cycle J. of Anim. Sci. Vol: 57: Suppl. 2.
- Hardy, J.D., 1961., Physiology of temperature regulation. Physiol Rev. 41:521-554.
- Harris, G.W., 1955. "Neural Control of the pituitary Gland" Wi---lliams and Wilkins, Baltimore, Maryland.
- Harris, D.L., R.R. Shrader, I.W. Rupel, and R.E. Leighton. 1960. A study of solar radiation as related to physiological and production responses of lactating Holstein and Jersey cows. J. --Dairy Sci. 43:1255.
- Hauger, R.L., F.J. Karsch and A.L. Foster 1977. A new concept of oestrus cycle of the ewe based on the temporal relationship -- between luteinizing hormone estradiol and progesterone inhibits tonic LH secretion. Endocrinology 101:807-817.
- Heap R.B., and A.P.F. Flint. 1979. Progesterone p. 185-233. Reproduction in mammals. Book 7. Cambridge University Press. London.
- Hendy, C.R. and H.C. Bowman. 1974. The association between varia-

- tion in the seasonal onset of oestrus and litter size in the ewe. J. Reprod. Fert. 40. 105-112.
- Henricks, D.M. and D.T. Mayer. 1977. Gonadal hormones and uterine factors. In: Reproduction in domestic animals. Cole, H.H. and Cupps, P.I. (eds) 3a. ed. Academic Press. New York.
- Heredia A.M. y O. Rojas. 1983. Reproducción del borrego Pelibuey. Memorias Crfa y explotación del borrego Pelibuey. Mérida, --- Yuc. p.p. 24-25.
- Hernández L. J.J., H. Román P., y E. González P., 1984. Comportamiento del ganado bovino lechero en clima tropical 3. Efecto de la temperatura y humedad relativa sobre el porcentaje de concepción en vacas Holstein y Suizo Pardo. Téc. Pec. Méx. -- 46:9.
- Hernández L. J.J., H. Román P., F.J. Padilla R.; E.T. Koppel K., J. Pérez S., H. Castillo 1984. Comportamiento reproductivo de ganado bovino lechero en clima tropical 5. Efecto de raza, -- producción láctea y peso corporal sobre los niveles de triptofano y tironina en dos estaciones del año. Téc. Pec. Méx. 47:78--81.
- Hernández L. J.J., y E. González P. 1983. Comportamiento reproductivo de ganado lechero en clima tropical. Duración del estro y hora de ovulación. Téc. Pec. Méx. 45.
- Hernández L. J.J., H. Román., E. Koppel., F.J. Padilla., J.P. Saldaña., H. Castillo 1986. Comportamiento reproductivo del ganado bovino lechero en clima tropical. 7. Niveles preovulatorios de hormona luteinizante en tres genotipos durante dos épocas del año. Téc. Pec. Méx. 50:53-63,
- Hertzam, A.B., 1959. Vasomotor regulation of the cutaneous circulation. Physiol. Rev., 39; 280-306.

- Hertzam, A.B., W.C. Randall, C.N. Peiss. and R.H. Seckendorf., 1952. Regional rates of evaporation from the skin at various environmental temperature. J. Appl. Physiol 5:153-156.
- Hill T.G. and C.W. Alliston 1981. Effects of thermal stress on plasma concentrations of luteinizing hormone, progesterone, prolactin and testosterone in the cycling ewe Theriogenology 15:201-209.
- Hillin, J.M., and I.W. Rupel 1960. Differential effect of season on conception rate in Holstein and Jersey cattle. J. Dairy Sci. 43:442.
- Hoffman, E., and C.S., Shaffner, 1950. Thyroid weight and function as influenced by environmental temperature, Poult. Sci. 29:365-376.
- Holy L., y P.Alvarez. 1967. El toro recelador y su tarea como factor biológico en la inseminación artificial, en la determinación del celo y en la profilaxis de las enfermedades venéreas. Zootecnia y Sanidad Animal en Cuba. Inst. del libro. Habana Cuba p.p. 37-47.
- Holst, P.J.A., W.H. Braden and P.E. Mattnes. 1972. J. Reprod.--Fert, 28:136.
- Holst, P.J., A.W.H. Braden & P.E. Mattner 1972. Association --- between ovarian follicular development and oestradiol-17B secretion 3 to 4 days after oestrus in sue. J. of. Endocrinology 53:171-172.
- Hopkinson, C.R.N. and H. C. Pant, 1973. Heterologus radioimmunoassay of circulating ovine FSH in normal ewes. Journal of Physiology. 231:52-53.
- Horvath, S.M., C.D. Howell., 1964. Organ systems in adaptation: The cardiovascular system. In: Handbook of physiology, Adapta-

- tion to the environment, Vol. 4, Amer. Phys. Soc., Washington D.C. 153-166.
- Howland, B.E., R.E. Short, R.A. Bellows and E.A. Ibrahim 1971. - Effect of ovariectomy and estrogen on serum LH in cows. J. Anim. Sci. 33:257 (Abstr.).
- Howland, B.E., W.M. Palmer., y J. Vriend 1984. Endocrine changes in ewes. Feed Melatonin. 10th Int. Cong. of Anim. Rep. and A.I. 25.
- Howarth, B. Jr. 1969. Fertility in the ram following exposure to elevated ambient temperature and humidity. J. Reprod. Fert. - 19:179-183.
- Hulet, C.V., M. Shelton. J.R. Gallagher., and D.A. Prince 1974(a) Effects of original and environment on reproductive phenomena-- in Rambouillet ewes. A. breeding season and ovulation, J. Anim. Sci. 38:1207-1217.
- Hulet, C.V., M. Shelton., J.R. Gallagher and D.A. Prince 1974(b). Effects of original phenomena in Rambouillet ewes. B. Lamb production. J. Anim. Sci. 38:1218-1223.
- Hutchison, J.C.D., 1954. Evaporative cooling in fowls, J. Agric.-Sci. 45, 48:59.
- Iglesias, C., C. González., O. Trinchet y G. Martínez 1975. Estudio del ciclo reproductivo de las hembras Holstein y F1 (Holstein x Cebú) en clima tropical de Cuba. Rev. Cubana. Reprod.--Anim. 1:32.
- Ingram, D.L. 1965. Evaporative cooling in the pig. Nature (London) 207:415-416.
- Ingram D.L. 1967. Stimulation of Cutaneous glands in the pig. J.-Path. 77:93-98.

- Ingram R.H., 1973, Conception rate, milk production and endocrine responses of lactating Holstein cows to subtropical climate in Hawaii and Mexico. Ph. D. Dissertation. Iowa State. -- Unive. Ames, Iowa, U.S.A.
- Ingram, D.L., and K.F. Legge., 1970. The effect of environmental temperature on respiratory ventilation in the pig. Resp. Phys. Sci., 78; 303-307.
- Ingram, D.L. and L.E. Mount. 1975. Animals in hot environments, -- in: Man and Animals in hot environments, Springer. Verlag. -- Chap. 9.
- Ingraham, K.H., D.D. Gillete, and W. D. Wagner 1974. Relationship of temperature and humidity to conception rate of Holstein -- cows in subtropical climate. J. Dairy Sci. 56:476.
- Israel, L.A., R.L. Collier., D.G. Stoner., R.M. Eley., D.E. Buffington., and C.J. Wilcox. 1978. Effect of shade on physiological patterns in Jersey cattle over a 24 hr period, Proc. 70th Ann. Mtg. Amer. Soc. Anim. Sci. 369.
- Jenkinson, D. M.C.E., B.P. Sengupta., and P.S. Blackburn. 1966. -- The distribution of nerves, monoamine-oxidase and cholinesterase in the skin of cattle, J. Anat. 100:593-613.
- Johnson, H.D., 1965. Environmental temperature and lactation. Int. J. Biometeor. 9(2):103.
- Johnson, H.D., 1967. Climatic effects on physiology and productivity of cattle. Ground level climatol. 189:206.
- Johnson R.E. 1972., Some nutritional and metabolic aspects of exposure to heat. p. 99-108 In: Physiological adaptations yousef. Harvarth & Bullord (Eds). New York.



- Johnson, H.D., and A.C. Ragsdale. 1960. The effect of rising environmental temperatures (35-95°F) on thyroid <sup>131</sup>I release rate of Holstein, Brown Swiss and Jersey. J. Agric. Sci. 54:421-426.
- Johnson, H.D. and W.J. Vanjonack., 1976. Effects of environmental and other stressors on blood hormone patterns in lactating animals, J. Dairy Sci. 59:1503.
- Jonas, H.A., H.G. Burger., I.A. Cumming, J.K. Findlay and D.M.-de Kretser. 1975. Radioimmunoassay for luteinizing hormone--(LH-RH): Its application to the measurement of LH-RH in ovine and human plasma Endocrinology. 96:384.
- Jonas, H.A. , J. K. Dindley, and J.R. Goding 1973. J. Endocrinology 92:862.
- Joshi, B.C., R.E. McDowell and D.P. Sadhu. 1968. Surface evaporation from the normal body surface and with sweat glands -- inactivated in Indian cattle J. Dairy Sci. 51:915-917.
- Juárez L.F., H. Román P. 1982. Comparación de respuestas fisiológicas de vacas Holstein nacidas y recién introducidas al trópico. Reunión Anual de Investigación Pecuaria en México.
- Kann, G. 1971. Variation des concentrations plasmatiques de l'hormone luteinizante et de la productivité au cours du cycle oestrien de la brebis. Comptes Rendus. Acad. Sci. Paris 272-(Serie A): 2934-2937.
- Karsch, F.J., R. L. Goodman., and S.J. Legan. 1980. Feedback basis of seasonal breeding: test of an hypothesis. J. Reprod.--Fert. 58:521-535.
- Karsch, F.J. 1984. Neuroendocrine control of LH secretion during the estrous cycle of sheep 10th. International Congress

on Animal Reproduction and Artificial Insemination. pág. 1-11  
1-17.

- Karsch, F.J., D.L. Foster., J. Legan., K.D. Ryan., and G.K. Peter.  
1979. Control of the preovulatory endocrine events in the ewe  
relationships of estradiol, progesterone and L.H. Endocrinolo-  
gy. 105:421-426.
- Karsch, F.J., D.L. Foster, E.L. Bittman and R.L. Goodman 1983. A  
role of estradiol in enhancing luteinizing hormone pulse fre-  
quency during follicular phase of estrous cycle of sheeps. En-  
docrinology 113:1333.
- Karsch, F.J. E.L. Bittman., A.L. Foster., R.L. Goodman., S.J. Le-  
gan., J.E. Robmson. 1984. Rec. Prog. Horm. Res. 40. IN PRESS.
- Kelly, C.F., T.E. Bond., and H. Heitman 1954. Therole of thermal-  
radiation in animal ecology. Ecology 35:562-569.
- Kelly, C.F., T.E. Bond. H. Heitman., 1954. The role of thermal ra-  
diation in animal ecology. Ecology V. 35, 562-569.
- Kelly, R.O., F.A. Martz., and H.D. Johnson., 1967. Effect of en-  
vironmental temperature on ruminal volatile fatty acid levels-  
with controlled feed intake. J. Dairy Sci., 50, 531-533.
- Kelly, C.F., and T.E., 1971. Bioclimatic factors and their measu-  
rement. In: A guide to environmental Research on Animals. Na-  
tional Academy of Sciences.
- Kerslake, D.M., 1972. The stress of hot environments. Cambridge--  
University Press.
- Keye, W.R., P.P. Kelch., G.D. Niswender and R.B. Jaffe. 1973, J.  
Clin Endocrinol Metab 36:1263.

- Kibler, H.H., and S. Brody, 1953. Influence of Humidity on heat exchange and body temperature regulation in Jersey, Holstein, Brahman and Brown Swiss cattle. Univ. of Miss. pp. 35.
- Kibler, H.H., and S. Brody. 1954. Influence of humidity on heat exchange and body temperature regulation in Jersey, Holstein, - Brown Swiss, and Brahman cattle. Res. Bull 5520 Columbia Missouri.
- Koppel R.E.T., F.J. Padilla R., J.J. Hernández L., Román P., J. Pérez S., H. Castillo R. 1984. Comportamiento reproductivo de ganado bovino lechero en clima tropical. 4. Duración del estro, ovulación y respuestas fisiológicas en tres genotipos - en dos estaciones del año. Téc. Pec. Méx. 47:71-77.
- Krulich, L., E. Hefco and P. Illner. 1976. Effect of exposure - to cold or heat on the activity of the pituitary thyroid system. Israel J. Med. Sci. 12:1090-1098.
- Land, R.B. Pelletier J. Thimonier J. and P. Mauleon 1973. A quantitative study of genetic differences in the incidence of oestrus ovulation and plasma LH concentration in the sheep. - J. Endoc. 58:305-317.
- Legan, S.J., F.J. Karsch., and A.L. Fosts 1977. The endocrine control of seasonal reproductive function in the ewe: a marked change in response to the negative feedback action of estradiol on luteinizing hormone secretion. Endocrinology 101: 818.
- L' Hermite, M. Niswender, D.G., Reichert, L.E. Jr. and A.R. Midley, 1972. Serum follicle-stimulating hormone in sheep as measured by radioimmunoassay. Biol. Reprod., 6:325-332.
- Linine, J.E., F.P. Kwok-Yuen and J. Ramírez. 1982. Simultaneous measurement of luteinizing hormone releasing hormone and lu-

- tenizing hormone release in unanesthetized ovariectomized sheep, Endocrinology 111:1449.
- Leyva, R.; R. Sepúlveda, R. Flores., y M. Valencia. 1983. Efecto de la lactancia controlada y destete precoz en la duración del período posparto en borrego pelibuey. Resumen de Inv. Pec. en Méx. p. 154.
- Lincoln, G.A. 1978. The photoperiod control of seasonal breeding in rams. In Comparative Endocrinology pp. 149-152. Holanda.
- Lincoln, G.A. and R.V. Short 1980. Seasonal breeding: Nature's contraceptive. Pec. Prog. Hor. Res. 36:1
- Long, C.R., W.A. Nipper and C.K. Vincent 1969. Effect of temperature, estrous control on reproduction in cattle. Louisiana Agr. 12:12.
- Lippke, H. 1975. Digestibility and volatile fatty acids in steers and wethers at 21 and 32 C ambient temperature, J. Dairy Sci., 58, 1860-1864.
- Lowry, W.P., 1975. Compendio de apuntes para la información del personal metereológico de la clase IV, Vol. 2. Climatología, México pp 33-37.
- Marple, D.N., E.D. Aberle, J.C. Forrest, W.H. Blake. 1972. Effects of humidity and temperature on porcine plasma adrenal corticoids, ACTH and growth hormone levels J. Anim. Sci. 34:809.
- Marshal, F.H.A. 1913. On the change over in the oestrus cycle in animals after transference across the equator, with further observations on the incidence of the breeding seasons and the factors controlling sexual periodicity. Proc. Roy. Soc. 122:413.

- Martz, F.A., M. Mishra., J.R. Campbell., L.B. Daniels and E. Hildebrand. 1971. Relation of ambient temperature and time post-feeding on ruminal, arterial and venous volatile fatty acids, and lactic acid in Holstein steers. J. Dairy Sci., 54:520-525
- Mason, L.L. 1978. Report on a visit during 4 January-14 February 1978 to Barbados, St. Croix, Dominican Republic, Haiti, Jamaica, Cuba, México, U.S.A. FAO/UNEP. Project "Conservation of--Animal Genetic Resources Prolific Tropical Sheep". FAO. Roma (Mimeogr.).
- Matsuo, H., A. Armina, R.M. Nair and A.V. Schally, 1971. Structure of the porcine LH y FSH releasing hormone: I: the proposed aminoacid sequence. Biochem Biophys Res. Commun 43:1334.
- McKenzie, F.F. y N Berliner 1973. The reproductive capacity of rams. Missouri UNIV. Res. Bul. 265.
- McDonald, L.E. 1978. Reproducción y endocrinología veterinarias: Tipos de reproducción en ovinos. p. 365. Segunda Edición Ed.-Interamericana. México.
- Mc. Dawell, R.E. 1966. The role of physiology in animal production for tropical and subtropical areas. World Rev. Anim Prod.
- McDowell, R.E. 1972. Improvement of livestock production in warm climates W.H. Freeman and Company, San Francisco p. 22. Chap.1.
- Mcfarlane, W., 1964. Terrestrial animals in dry heat: ungulates. in: Handbook of physiology: Adaptation to the Environmental, - Vol. 4. Amer. Phys. Soc. Washington, D.C. Chap. 33.
- Mcfarlane, V.W., 1986. Adaptation of Ruminants to tropics and deserts. In Adaptation of Domestic Animals. Ed., E.S.E. Hafez, - Lea and Febiger, Philadelphia, 164-182.

- McLean, J.A., and D.T. Calvert., 1972. Influence of air humidity on the partition of heat exchanges of cattle, J. Agric. - Sci., 78; 303-307.
- McNatty, K.P., K.J.A. Revfeim and A. Young 1973. Peripheral -- plasma progesterone concentrations in sheep during the oestrus cycle. J. Endoc. 58:219-225.
- McNeilly, J.R., A.S. McNeilly, J.S. Walton and Cunningham, F.J. 1976. Development and application of heterologus radioimmunoassay for ovine follicle stimulating hormone. J. Endocrinol. 70:69-79.
- McNeilly, A.S. and R.B. Land. 1979. Effect of supression of plasma prolactin on ovulation, plasma gonodotrophins and corpus-luteum function in LH-RH treated anoestrous ewes. J. Reprod. Fert. 56:601-609.
- Miller, K.F., E.V. Nordheim and O.J. Guinter. 1981. Period fluctuations in FSH concentrations during the ovine estrous cycle. Theriogenology Vol. 16 N°6:669-679.
- Miller, H.L. and C.W. Alliston. 1974. Bovine plasma progesterone levels at programmed circadian temperatures of 17 to 21C and 21 to 34C. Life Sci. 14:705-710.
- Miller, H.L. and C.W. Alliston 1974. Influence of programmed circadian temperature changes upon levels of luteinizing hormone in the bovine Biol. Reprod. 11:187-190.
- Mitchell A. 1973. Connective heat transfer from man and other -- animals. In: Heat loss from animals and man. Monteith J.L. -- and L.E. Mount (EDS). Butterworths.
- Mitchell, J.W. 1976. Heat transfer from spheres and other animals forms. Biophysical J.V. 16, 561-569.

- Mitchell, D., Wyndham C.H., A.J. Vermevlen., I. Hodgson., A.R. Atkins and H.S. Hofmeyr., 1969. Radiant and convective heat transfer of nude man in dry air. J. Appl. Phys. 25. 111-118.
- Mitra, R., and H.D. Johnson 1972. Growth hormone response to thermal exposure in cattle. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 139: 1086-1089.
- Mitra, R., and H.D. Johnson 1972. Effect of prolonged thermal-exposure on growth hormone (GH) secretion in cattle, J. Anim. Sci., 34:776-779.
- Monteith, J.L., 1973. Specification of the environment for thermal physiology. In: Heat loss from animals and man. J.L. -- Monteith and L.E. Mpunt (eds.), Butterworths.
- Monty, D.E. and L.K. Wolff 1974. Summer heat stress and reduced fertility in Holstein-Friesian cows in Arizona Ann. J. Vet.-Res. 35:1495.
- Moor, R.M. and L.E.A. Rowson 1966. The corpus luteum of the --- sheep functional relationship between the embryo and corpus-luteum. J. Endocrinol. 34:233.
- Morais, M. 1983. Efecto de la temperatura ambiental y la humedad relativa sobre la temperatura rectal y frecuencia respiratoria en vacas F1 Holstein x Cebú cubano. Rev. Salud Animal 5:615-662.
- Morrison, S.R. 1972. Physical principles of energy exchange. J. Anim. Sci. 35:624.
- Mount, L.E., 1964. Radiant and convective heat loss from the --- newborn pig. J. Physiol. 173:96-113.
- Mount, L.E. 1968. Adaptation to the thermal environment in the growing pig, in climatic Physiology of the pig, William and Wilkins, 97-130, Chap. 5.

- Mount, L.E., 1978. Heat transfer between animal and environment. Proc. Nutr. Soc. 37:21-27.
- National Academy of Sciences 1976. Nutrient requirements of --- beef cattle. Washington, D.C. Nº4:26-27.
- Navarro D.M.A. 1983. Efectos del humedecimiento del vellón en la época invernal sobre algunos aspectos fisiológicos de ovinos-Corriedale. Tesis. Chapingo. México. p. 24.
- Nett, T.M., AM. Akbar., G.D. Niswender., M.T. Hedlwid and W.F.--chité 1973. A Radioimmunoassay for gonatrophin-releasing hormone (GnRH) in serum, J. Clin. Endoc. Met. 36:880.
- Nett.T.M., A.M. Akbar and G.D. Niswender, 1974. Serum levels of luteinizing hormone and gonadotrophin releasing hormone in cycle, castrated and anestrous ewe. Endocrinology. 94:713-718.
- Nett, T.M., and G.D. Niswender 1982. Influence of exogenous melatonin on seasonality of reproduction in sheep. Theriogenology 17 (6):645-653.
- Niswender, G.D., L.E. Reichter Jr., A.R. Midgley:, A. Nalbandov, 1969. Radioimmunoassay for bovine and ovine luteinizing hormone. Endocrinology 84, 1166-1173.
- Niswender, G.D., J.F. Roche, D.L. Foster and A.R. Midgley, 1968. Radioimmunoassay of serum levels of LH during the cycle and--early pregnancy in ewes. Proc. Soc. Exptl. Biol. Med. 129:901-904.
- Niswender, G.D., T.M. Nett, and A.M. Akbar. 1974. The hormones--of reproduction E.S.E. Hafez, Ed. Reproduction in farm animals. Lea and Febiger, Philadelphia.
- Oakes, G.K., A.M. Walker., R.A. Ehrenkrans., R.C., Cefalo and R.-



- A., Chez., 1973. Uteroplacental blood flow during hyperthermia with and without respiratory alkalosis. J. Appl. Physiol. 41: 197.
- Oke, T.R., 1978. Boundary Layer climates. John Wiley and Sons.
- Omtvedt, I.T., R.E. Nelson., R.L. Edwards., D.F. Stephens., and E.J. Turman. 1971. Influence of heat stress during early mid- and late pregnancy of gilts, J. Anim. Sci., 32:312-317
- Ortovant, R., P.Mauleon., and C. Thiabult 1964. Photoperiodic -- control of gonadal and hypophyseal activity in domestic mammals. Annls. N.Y. Acad. Sci. 117:157-193.
- Padilla R.F.J., H. Castillo., E. Koppel., J. Gómez., J. Hernández 1981. Comparación de dos métodos de detección del estro en un rebaño Tabasco o Pelibuey. XV Reunión Anual INIP, México. p.p. 31-33.
- Padilla R.F.J., J.J. Hernández., H. Román P., P. Mendóza, H. Castillo R. 1981. Comportamiento reproductivo y respuestas fisiológicas del borrego Tabasco o Pelibuey con y sin sombra. XV -- Reunión Anual INIP. 27-30.
- Padilla R.F.J., J.J. Hernández, H. Román., P.M. Mendóza 1985. Crecimiento, respuesta fisiológica y comportamiento reproductivo del borrego Tabasco o Pelibuey con y sin sombra en clima tropical. Téc. Pec. en Méx. p.p. 98-105.
- Palomó G.C., H. Castillo, H. Román., H.G. Tórrres., D.A. Avila. --- 1985. Respuestas fisiológicas de ovinos Florida y Pelibuey en clima tropical. Reunión de Investigación Pecuaria en México. - p. 227. (Resumen).
- Pant, H.C., C.R. Hopkinson and R.J. Fitzpatrick, 1977. Concentration of estradiol, progesterone, luteinizing hormone and FSH-

- in the jugular venous plasma of ewes during the oestrus cycle. J. Endoc. 73:247-255.
- Parsons, S.D. Hunter, G.L. & Rayner, A.A. 1967. Use of profit analysis in a study of the effect of the ram on time of ovulation in the ewes. J. Reprod. Fert. 14:51-80.
- Payne, W.J.A., W.I. Laing and E.N. Raivoka 1951. Grazing behavior of dairy cattle in the tropics, Nature, (London) 167: 610-611.
- Pearman, G.I., H.L. Weaver, and C.B. Tauner. 1972. Boundary-layer heat transfer coefficients under field conditions. Agric. Meteorology. V. 10, 83-92.
- Peña T.F.J. 1976. Cría y explotación del borrego Tabasco, El dfa del Ganadero C.E.P. Tizimín, octubre p.p. 43-47. - INIP. México.
- Pijoan, A.P. 1983. Aspectos endócrinos en diversas fases reproductivas de las ovejas. Ciclo estral. Revista Veterinaria. México. Vol. XIV. N°4. octubre-diciembre. UNAM.
- Platt, T.E. G.S. Foster., G.K. Tarñausky and J.J. Reeves. --- 1983. Effects of photoperiod and estradiol on tonic gonadotropins in ovariectomized ewe. J. Anim. Sci. 56(5):1180--1185.
- Polge, C., L.E.A. Rowson and M.C. Chang 1966. J. Reprod. Fert. 12:395.
- Ponce de León J.M., M. Valencia., A. Rodríguez., E. González. - 1981. Efecto del sistema de alimentación y época de nacimiento sobre la aparición del primer celo en borregas Pelibuey. XV Reunión Anual. INIP. pp. 39-43.
- Quintal, F.J., A.M. Heredia., O. Rodríguez. 1985. Detección del

- estros en un rebaño de ovejas Pelibuey utilizando hembras an-  
drogenizadas. Reunión Anual de Investigación Pecuaria en Mé-  
xico. p. 212 (Resúmenes).
- Quirke, J.F. and J. Gosling 1975. Progesterone concentration in  
peripheral plasma of Galway and Finnish Landrace sheep dur-  
ing the oestrus cycle. H.S. Agric. 14:49-53.
- Quirke, J.F., J.P. Hauraham and J.P. Gosling 1981. Duration of  
oestrus, ovulation rate, time of ovulation and plasma LH, -  
total oestrogen and progesterone in Galway adult ewes and--  
ewe lambs. J. Reprod. Fert. 61:265-272.
- Ragsdale, A.C., H.J., Thompson, D.M. Worstell and S. Brody. -  
1951. Influence of increasing temperatures, 40° to 150°F on  
milk production in Brown Swiss cows and on feed and water -  
consumption and body weight in Brown Swiss and Brahman cows  
and heifers, Mo. Agr. Exp. Sta. Res., Bull. 471
- Ragsdale, A.C., A.J. Thompson., D.M. Worstell and S. Brody. ---  
1953. The effect of humidity on milk production and composi-  
tion, feed and water composition and body weight in cattle--  
Mo. Agr. Exp. Sta. Res. Bul. 521.
- Refsnyder, W.E. and H.W. Lull. 1965. Radiant energy in rela-  
tion to forest. USDA. Tech. Bull. 1344. Washington. D.C.
- Roberts, S.J. 1971. Veterinary Obstetrics and Genital Diseases.  
Edwards Brothers Inc, Michigan USA, pp. 568-570.
- Robertson, H.A. 1977. Reproduction in the ewe and the goat. p.  
479-486. In Reproduction in Domestic Animals. H.H. Cole and  
P. Cupps third Edition Ac. Press. New York.
- Robertson, H.A. and A.M. Kakna, 1966. The sequence time and du-  
ration of the release of LH and FSH in relation to oestrus-

and ovulation in the sheep. J. Endoc. 35:177-184

- Robertshaw, D., and G.C. Wittow, 1967. The effect of hyperthermia and localized heating of the anterior hypothalamus on the sympathoadrenal system of the ox (Box taurus), J. Physiol. 187: 351-360.
- Robinson, K.W., and G.H., Klamm., 1953. A study of heat tolerance of grade of Australian Illawara Shorthorn Cows during early lactation, Aus. J. Agric. Res. 4, 224-234.
- Robinson, T.J. 1959. The estrous cycle of the ewe and doe. In reproduction in Domestic animals, Vol. 2. pp. 291-333. Eds. H.H. Cole & P.T. Cupps. Ac. Press. New York.
- Robson, J.M. and A.A. Sharaf 1952. Effects of adenocortico --- trophic hormone (ACTH) and cortisone on pregnancy J. Physiol 116:236.
- Rodríguez, R.O.L., A.M. Heredia., F.J. Quintal. 1985. Eficiencia reproductiva de borregas Pelibuey lactantes utilizando--- destete temporal. Reunión Anual de Investigación Pecuaria en México. p. 220. (Resúmenes).
- Rojas, R.O., O. Rodríguez., F.J. Quintal y G.J. Celis. 1986. -- Evaluación de la actividad reproductiva de la borrega Pelibuey durante marzo-abril. Reunión de Inv. Pec. Méx. p. 178.
- Román, P.H., 1977. Evaluation of thermal stress effects on fertility, hormonal balance and uterine blood flow, Ph. D. Dissertation. Univ. of Florida.
- Román, P. H., J.J. Hernández., H. Castillo R. 1983. Comportamiento reproductivo del ganado bovino lechero en clima tropical. I. Características reproductivas de vacas Holstein y Suizo--- Pardo. Téc. Pec. en Méx. 45:21-30.
- Román-Ponce, H., W.W. Thatcher., C.J. Wilcox., and H.H., Van Horn,

1977. Hormonal interrelationship and physiological responses of dairy cattle to a shade structure., J. Dairy Sci., 60, 104.
- Román-Ponce H., W.W. Thatcher, D. Caton., D.H. Barron and C.J. - Wilcox, 1978(b). Effects of thermal stress and epinephrine -- on uterine blood flow in ewes. J. Anim. Sci. 46:167-174.
- Ross, T.T. 1985. Effects of high ambient temperature on respiration rate, rectal temperature, fetal development and thyroid-gland activity in tropical and temperature breeds of sheep. - Theriogenology: 24:2.
- Roussel, J.D., J.F. Beatty and J.A. Lee. 1977. Influence of season and reproductive status on peripheral plasma progesterone levels in the lactating bovine Int. J.B. Biometeor 21:85.
- Rowell, L.B., 1974. The cutaneous circulation, in physiology and-Biophysics, Vol. 2. Ruch., T.C., Patton, H.D., Sher, A.M., -- eds. W.B. Saunders, Philadelphia. Chap. 2.
- Ryle, M., 1961. Early reproductive failure of ewes in a hot environment I. Ovulation rate and embryonic mortality, J. Agric. Sci. 57:1-9.
- Ryle, M. 1963(a) Early reproductive failure of ewes in a hot environment III. The thyroid. J. Agric. Sci. 60-95.
- Ryle, M. 1963(b). Early reproductive failure of ewes in a hot environment. IV. The ovary. J. Agric. Sci. 60:101.
- Salomonsen, L.A., H.A. Jonas, H.G. Burger, J.M. Buckmaster, W.A. Chamley, I.A. Cumming, J.K. Findlay, and J.R. Goding. 1973.-- A heterologous radioimmunoassay for follicle stimulating hormone. Application to measurement of FSH in the ovine estrous cycle and in several other species including man. Endocrinology 93:610-618.

- Sarda, I.R., H.A. Robertson and T.C. Smeaton 1973. Sequential-- changes in plasma progesterone levels in the ewe during the oestrus cycle and during pregnancy in intact and ovariectomized sheep. Can.J. Anim. Sci. 53:25-34.
- Scaramuzzi, R.J., S.A. Tillson, I.H., Ithornycroft and B.V. -- Coldwell, 1971. Action of exogenous progesterone and estrogen on ovariectomized ewe. Endocrinology 88:1184.
- Schally, A.V., A. Arimura and A.J. Kastin 1973. Hypothalamic -- regulatory hormones. Science 179-341.
- Schmith-Nielsen, K., 1954. Heat conservation in countercurrent systems. In temperature, its measurement and control in --- Science and Industry, Hardy, J.D. Ed., Reinhold, New York, - 143-148.
- Seath, D.M. and G.D. Miller. 1946. Effect of warm weather on-- grazing performance of milking cows, J. Dairy Sci., 29:199-206.
- Shayanfar., F., H.H. Head., C.J. Wilcox., W.W. Thatcher 1975.- Adrenal responsiveness in lactating Holstein cows. J. Dairy Sci. 58:870-878.
- Smeaton, T.C. and H.A. Robertson 1971. Studies on the growth-- and atresia of Graffian follicles in the ovary of the sheep. J. of Reprod. and Fert. 25:243-252.
- Smith, V.G., E.M. Cowey and L.A. Edgerton. 1972. Bovine serum-- corticoid response to milking and exteroceptive stimuli. J. Dairy. Sci. 55:1170.
- Stabenfeldt, H.H., J.A. Holt and L.L. Eming 1979. Peripheral-- plasma progesterone levels during ovine oestrus cycle. Endo crinology 85:11-15.

- Stermer, R.A., C.F. Brasington., C.E. Coppock., J.K. Lonham J.K. Lanham and Z Milam. 1986. Effect of drinking water temperature on heat stress of dairy cows. J. Dairy Sci. 69:546-551.
- Stott, G.H. and F. Wiersma. 1973. Climatic thermal stress, a cause of hormonal depression and low fertility in bovine. Int.-- J. Biomet. 17:115.
- Stott, G.H., and F. Wiersma 1974. Response of dairy cattle to an evaporative cooled environment. Proc. Int. Livestock Environment Sym. ASAE SP-U174.
- Stott, G.H. and R.J. Williams. 1962. Causes of low breeding efficiency in dairy cattle associated with seasonal high temperatures. J. Dairy Sci. 45:1369-1375.
- Swartz, S.R. and G.P. Moberg. 1985. Effect of epinephrine and -- dopamine on gonadotrophins releasing hormone induced luteinizing hormone release in vitro. 18<sup>th</sup> Annual Meeting, Montreal-Quebec, Canada.
- Thatcher, W.W., 1974. Effects of season, climate and temperature on reproduction and lactation J. of Dairy Sci. 57:360-368.
- Thatcher, W.W., R.J. Collier, 1983. Efecto del calor sobre la -- productividad animal. Traducción al español. Paso del Toro,-- Veracruz. INIP. SARH. 1-3.
- Thatcher, W.W., P.J. Collier, M. Drost., J. Putney., D.K. Beede and C.J. Wilcox 1986. Applications of hormone radioimmunoassay on studies of environment and reproduction interactions in large ruminants. I.A.E.A. pp. 41-55.
- Thatcher, W.W., P.J. Collier, M. Drost., J. Putrey., D.K. Beede., C.J. Wilcox 1986. Applications of hormone radioimmunoassay on studies of environment and reproduction interactions in large ruminants. I.A.E.A. pp.56-67..

- Thom, E.C. 1985. Cooling degree-days. *Air Conditioning Heating, and Ventilating* 55: (7):65.
- Thompson, H.J. 1954. Effect of temperature upon heat exchanges in dairy bulls. *Univ. of Miss.* pp. 28.
- Thompson, G.E., 1973. Climatic physiology of cattle. *J. Dairy Res.* 40, 441-473.
- Thorburn, G.A., J.M. Bassett, I.D. Smith, 1969. Progesterone concentrations in the peripheral plasma of the sheep during oestrus cycle. *J. Endoc.* 45:459-469.
- Tilton, J.E., R.H. Hoffman., I.E. Derg y M.L. Buchanan. 1972. Influence of adrenalectomy on embryonic mortality in thermally-stressed ewes. *J. Anim. Sci.* 34:605.
- Tompkins, E.C., C.J. Heidenreich, and M. Stob. 1967. Effect of post-breeding thermal stress on embryonic mortality in swine. *J. Anim. Sci.* 26:377-380.
- Twaites, C.J. 1970. Embryo mortality in the heat stressed ewe -- III. The role of the corpus luteum, thyroid and adrenal glands. *J. Rep. Fert.* 21:95.
- Ulberg, L.L., 1958. The influence of high temperature on reproduction. *J. Heredity* 49:62.
- Ulberg, L.L., and P.J. Burfening 1967. Embryo death resulting from adverse environment on espermatozoa or ova. *J. Anim. Sci.* 26:571.
- Valencia, Z.M., H. Castillo R., J.M. Berruecos, 1975. Reproducción y manejo del borrego Tabasco o Pelibuey. *Téc. Pec. en Méx.* 29: 66-72.
- Valencia, Z.M., T. Salinas, y J.M. Berrúecos 1974. Evaluación de



la fertilidad del borrego Tabasco o Pelibuey en Yucatán XI.-  
Reunión Anual del INIP. p.16 INIP México.

Valencia, Z.M., M. Heredia A y E. González 1981. Estacionalidad de la oveja Pelibuey. Mem. XV Reunión Anual INIP México, 34.

Vaught, 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. Abstracts Int. 37:1982.

Velardo, J.T., 1957. Action of adrenocorticotrophin of pregnancy and litter size in rats. Am. J. Physiol. 191:319.

Vernon, H.M. 1930. The measurement of radiant heat in relation to human comfort. J. Physiol. 70. Proc. 15.

Vieta De Sa, F. 1965. Lechería tropical. Editorial Uthea México. 27 pág.

Vincent, C.K. 1972. Effects of season and high environmental temperature on fertility in cattle. A review. J.A.V.M.A. --- 161:1333.

Ward, W.R. 1980. The breeding season and the estrus cycle. In: Current therapy in theriogenology. D.A. Morrow. W.B. Sanders Co. Philadelphia. 889.

Warnick, A.C., H.D. Wallace, A.I. Palmer, E. Sosa., D.J. Duerre and E. Caldwell, 1965. Effect of temperature on early embryo survival in gilts. J. Animal Sci. 24:89.

Webster, A.J.F., 1971. Prediction of heat losses from cattle exposed to cold outdoor environments. J. of Appl. Physiology. V. 30, 684-690.

- Weldy, J.R., R.E. McDowell, P.J. Van Soest and J. Bond. 1964.-- Influence of heat stress on rumen acid levels and some blood constituents in cattle. J. Anim. Sci. 23:147-153.
- Wetemann, R.R., W. Bazer, W.W. Thatcher and Hoagland 1984. Environmental influences on embryonic mortality 10th. International Congress on Animal Reproduction and Artificial Insemination. XIII-26.
- Wheaton, J.E., 1979. Regional brain content of luteinizing hormone releasing hormone in sheep during the estrous cycle. -- Seasonal anestrus and after ovariectomy. Endocrinology 104:--839.
- Wheaton, J.E., M.A. Mullet and S.G. Cornelius 1984. Plasma follicle stimulating hormone and luteinizing hormone patterns during oestrous cycle of ewes. Theriogenology. Vol. 21 N°---6994-999.
- Wheaton, J.E., T.I. Raabe and M.J. Buriril 1977. Characteristics of the ovulatory release of luteinizing hormone in Finn, --- Finn x Suffolk and Suffolk ewes J. Endoc. 75:449-450.
- White, W.F., M.I. Hedlund., G.F. Weber., R.H. Rippel., E.S. --- Johnson., and J. F. Wilber 1974. A supplemental source of -- hypothalamic releasing hormones. Endocrinology 94:1422.
- Wildt, D.E., E. Riegler, G.D. and Dukelov, W.R., 1975. Physiological temperature response and embryonic mortality in stressed swine, Amer. J. Physiol. 229:1471-1475.
- William H.B., D. Milton, G.S. Hanklin, G. Leyoy and H.D. Johnson. 1969. Transactions of the ASAE. Michigan Vol. 12, N°2--pp. 215-230.
- Williams, H. LI. 1974. The reproductive performance of two bri-

tish breeds of sheep in contrasting photoperiod environments. J. Agric. Sci. (Camb). 82:377-281.

- Williams, H. LI. 1975. The reproductive performance of british-- sheep in an equatorial environment. III: Further data on-- imported ewes and their progeny. British. Vet. J. 131:23-31.
- Williams, H. LI. 1977. Environmental control of oestrus with par-- ticular attention to alterations of daylength Proc. 28<sup>th</sup> --- Annual Meeting Europ. Asoc. Anim. Prod. Bruselas.
- Williamson, J. and W. Payne 1968. An introduction to animal hus-- bandry in the tropics. Sec. Ed. Longmans pp. 226-270.
- Wilson, L., R.J. Cenedella, R.L. Butcher and E.K. Inskeep 1972.- Levels of prostaglandins in the uterine endometrium during -- the oestrus cycle. J. of Animal Science, Vol. 34 N°1:93-99.
- Wiltbank, J.N. 1970. Research needs in beef cattle reproduction. J. Anim. Sci., 31:755.
- Wolff, L.K., and D.E. Monty. 1974. Physiological response to in-- tense summer heat and its effect on the estrus cycle of non-- lactating and lactating Holstein Friesian cows in Arizona. Am. J.V.R. 35:187-192.
- Woody, C.O., and L.C. Ulberg. 1964. Viability of one cell sheep-- ova as affected by high environmental temperature. J. Reprod. Fertil. 7:275.
- Yaffe, C.D., D.H. Byers and A.D. Hosey. 1956. Encyclopedia of -- Instrumentation for Industrial Hygiene. Ann. Arbor. Univ. --- Michigan.
- Yeates, N.T.M. 1949. The breeding season of the sheep with parti-- cular reference to its modification by artificial means using--

light. J. Agr. Sci. (Camb). 39:1

Yeates, N.T.M., 1953. The effect of high air temperature on reproduction in the ewe. J. Agric. Sci. 43:199-203.

Yeates, N.T.M. 1956. Influence of nutritional state on the heat tolerance of cattle. Nature (London) 178:702-703.

Yellon, S.M., E.L., Bittman., M.N. Lehman., D.Holster., J.E. -- Robinson and F.J. Karsch, 1985. Importance of duration of -- nocturnal melatonin secretion in determining the reproductive response to inductive photo-period in the ewe. Biol. Rep. 32:523-529.

Yousef, M.K. and H.D. Johnson 1966. Calorigenesis of cattle as-- influenced by growth hormone and environmental temperature.- J. Anim. Sci., 25:1076-1082.

Yousef, M.K. and H.D. Johnson 1967. Colorigenesis of cattle as-- influenced by hidro cortisona and environmental temperature.- J. of Anim. Sci. Vol. 26 N°5 p. 1087-1093.

Yu-Chang, L., and P.D. Sturkie. 1968. Effect of environmental-- temperature on the catecholamines of chickens. Amer. J. Physiol. 214:237-240.

Zanisi, M. and L. Martini. Effects of progesterone metabolites-- on ganadotrophin secretion. J. of. Steroid Bioch. Vol. 6 pp- 1021-1023.