

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
UNA

FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL  
FACA

TESIS

INFLUENCIA DE HUMEDAD Y TEMPERATURA SOBRE LA FERTILIDAD  
DE VACAS HOLSTEIN, EN LA PENINSULA DE CHILTEPE.

POR

ADAN ALBERTO URBINA MIRANDA.

Managua, Nicaragua  
1994

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
UNA

FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL  
FACA

TESIS

INFLUENCIA DE HUMEDAD Y TEMPERATURA SOBRE LA FERTILIDAD  
DE VACAS HOLSTEIN, EN LA PENINSULA DE CHILTEPE.

Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico  
Académico de la Facultad de Ciencia Animal de la  
Universidad Nacional Agraria, para optar al grado de

INGENIERO AGRONOMO

POR

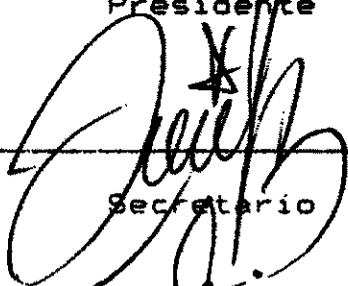
ADAN ALBERTO URBINA MIRANDA.

Managua, Nicaragua  
1994

Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por el Comité Técnico Académico de la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

INGENIERO AGRONOMO

MIEMBROS DEL TRIBUNAL:

  
\_\_\_\_\_  
Presidente  
  
\_\_\_\_\_  
Secretario  
  
\_\_\_\_\_  
Vocal

TUTOR:

  
\_\_\_\_\_  
Profesor Consejero

  
\_\_\_\_\_  
Consejero

SUSTENTANTE:

  
\_\_\_\_\_  
Estudiante.

## CARTA DEL ASESOR Y TUTOR

Por este medio hacemos del conocimiento que el Br. Adán Alberto Urbina Miranda de la Facultad de Ciencia Animal ha concluido su trabajo de diploma, llenando todos los requisitos normados por esta Facultad.

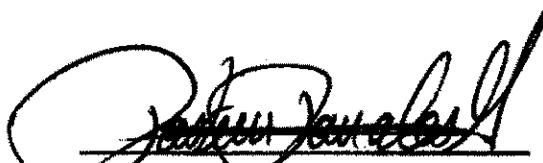
Consideramos que el trabajo titulado "Influencia de humedad y temperatura sobre la fertilidad de vacas Holstein, en la Península de Chiltepe" es de gran valor científico-técnico, siendo uno de los pocos trabajos en su tema.

Al realizar este trabajo el Br. Urbina ha mostrado independencia, iniciativa, creatividad y disciplina científica.

Remitimos el presente trabajo a revisión por parte del Honorable Jurado Calificador que se designe para este fin.

Cordialmente,

  
Lidoro Castillo M.  
Asesor

  
Ing. Pasteur Parrales G.  
Tutor

# DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada con todo cariño y respeto:

A mis padres: Consuelo Isabel Miranda de Urbina.

y Alberto José Urbina Briceño.

A mis hermanas: Cony, Lourdes y Norma Nidia.

Y a la memoria de mi abuelo:

Dn. José Adán Miranda Miranda. (Q.E.P.D.)

ADAN A. URBINA.

## AGRADECIMIENTO

Deseo dejar sentado mi sincero agradecimiento a todas las personas que de una u otra forma ayudaron a la consecución de esta obra, en especial a las siguientes personas:

Al Dr. José Lidoro Castillo, Asesor de esta tesis, por su invaluable ayuda en el campo técnico-reproductivo.

Al Ing. Denis Salgado,, lo mismo que al Ing. Pasteur Parrales (Tutor de esta tesis), por sus múltiples ayudas, principalmente en el campo estadístico.

Al Lic. Makoto Kobayashi, por su valiosa colaboración en la consecución de literatura relacionada.

ADAN A. URBINA.

URBINA MIRANDA, A.A. 1994. Influencia de Humedad y Temperatura sobre la Fertilidad de Vacas Holstein, en la Península de Chiltepe. Tesis Ingeniero Agrónomo. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria (UNA) 76 p.

Palabras claves: Temperatura ambiental, humedad relativa, fertilidad, tasa de concepción.

## INFLUENCIA DE HUMEDAD Y TEMPERATURA SOBRE LA FERTILIDAD DE VACAS HOLSTEIN, EN LA PENINSULA DE CHILTEPE.

### RESUMEN

Se analizó los resultados de 2,419 inseminaciones al primer servicio (782 en vaquillas y 1,637 en vacas) realizadas en la Empresa Genética Roberto Alvarado (EGRA), ubicada en la península de Chiltepe (km 24 carretera a León), durante los años 1987 y 1988. Estos resultados fueron cotejados con los datos de humedad y temperatura ambiente del día de su realización provenientes de la estación meteorológica Augusto Cesar Sandino, ubicada en el Aeropuerto Internacional de Managua. Se estudió la influencia de cuatro variables de temperatura, lo mismo que de humedad relativa: Máxima diaria, mínima diaria, promedio diario y promedio diurno. Además se estudió la combinación de temperatura y humedad: Máxima diaria con máxima diaria, mínima diaria con mínima diaria, etc. Se encontró que la fertilidad de las vaquillas parece no ser influenciada por ninguna de las variables estudiadas, a excepción de HMX (Humedad Relativa Máxima del día de inseminación) cuya influencia parece ser muy débil. De acuerdo con las Pruebas de Independencia de Chi cuadrado las variables más relacionadas con la fertilidad de las vacas son HDA (Humedad Relativa Promedio del día de inseminación) y HMX. Las variables de temperatura ambiental más relacionadas con la fertilidad de las vacas son TDA (Temperatura Promedio del día de inseminación) y TDU (Temperatura Promedio diurna del día de inseminación). Un incremento de TDA o TDU parece afectar positivamente la fertilidad de las vacas: con valores de TDA 24 - 29°C se obtuvieron tasas de concepción entre 34 y 35% y con valores de TDA de 29 - 31.5°C se obtuvo una tasa de concepción del 47%. Todas las variables de humedad relativa parecen afectar negativamente la fertilidad de las vacas: la tasa de concepción bajó de un 46.6% con valores de HDA de 48 - 65% a un 29.7% con valores de HDA de 80 - 96%. Al estudiar el efecto combinado de temperatura y humedad se muestra una tendencia de la tasas de concepción a disminuir conforme la humedad relativa aumenta y a incrementarse ligeramente conforme aumenta la temperatura, aún cuando esta última tendencia puede variar según el nivel de humedad presente. Los valores medios de temperatura combinados con valores medios y altos de humedad resultan muy adversos a la fertilidad de las vacas. La Humedad Relativa parece ser el principal factor responsable de la caída en las tasas de concepción durante algunos meses del año.

# CONTENIDO

	Página
Resumen.....	vi
Lista de Cuadros.....	ix
Lista de Gráficos.....	xii
<b>I. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivos.....	4
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
2.1. Clima y tiempo atmosférico.....	6
2.2. Clima Tropical.....	6
2.3. Variaciones estacionales en la fertilidad del ganado.....	7
2.4. Influencia del clima sobre el animal.....	9
2.4.1. Influencia de la Temperatura.....	11
2.4.1.1. Fuentes productoras de calor y vías de disipa- ción en el animal.....	15
2.4.2. Efectos de la Humedad Relativa.....	17
2.5. Aclimatación.....	18
<b>III. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>21</b>
3.1. Ubicación de la empresa.....	22
3.2. Manejo del ganado.....	23
3.3. Metodología.....	24
3.4. Descripción de variables.....	26
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>27</b>
4.1. Influencia de la temperatura sobre la fertilidad de vaquillas.....	30
4.2. Influencia de la humedad relativa sobre la fertilidad de vaquillas.....	32
4.3. Influencia de temperatura sobre la ferti- lidad de vacas.....	35
4.3.1. Influencia de TMX en vacas.....	35
4.3.2. Influencia de TMN en vacas.....	36
4.3.3. Influencia de TDA en vacas.....	38
4.3.4. Influencia de TDU en vacas.....	40
4.4. Influencia de humedad relativa sobre la fertilidad de vacas.....	41
4.4.1. Influencia de HMX en vacas.....	41
4.4.2. Influencia de HFN en vacas.....	43
4.4.3. Influencia de HDA en vacas.....	45
4.4.4. Influencia de HDU en vacas.....	46

4.5.	Influencia combinada de humedad y temperatura sobre la fertilidad.....	48
4.5.1.	Influencia de TMX-HMX en vaquillas.....	48
4.5.2.	Influencia de TMX-HMX en vacas.....	49
4.5.3.	Influencia de TMN-HMN en vacas.....	52
4.5.4.	Influencia de TDA-HDA en vacas.....	56
4.5.5.	Influencia de TDU-HDU en vacas.....	60
V.	CONCLUSIONES.....	65
VI.	BIBLIOGRAFIA.....	68
VII.	ANEXOS.....	72
7.1.	Anexo 1. Clave de Cuadros.....	73
7.2.	Anexo 2. Medias y coeficientes de variación para las variables de humedad y temperatura.....	74
7.3.	Anexo 3. Resultados de las pruebas de independencia de Chi-cuadrado por variables y categorías con sus respectivos niveles de significación.....	75
7.4.	Tasas de concepción por categoría del hato de estudio.....	76

## LISTA DE CUADROS

Cuadro No.		Página
1.	Resultados de la influencia de TMX sobre la fertilidad en la categoría vaquillas.....	30
2.	Resultados de la influencia de TMN sobre la fertilidad en la categoría vaquillas.....	30
3.	Resultados de la influencia de TDA sobre la fertilidad en la categoría vaquillas.....	31
4.	Resultados de la influencia de TDU sobre la fertilidad en la categoría vaquillas.....	31
5a.	Resultados de la influencia de HMX sobre la fertilidad en la categoría vaquillas.....	33
5b.	Resultados de las pruebas de proporciones de Z entre los diferentes ambientes identificados en el Cuadro 5a.....	33
6.	Resultados de la influencia de HMN sobre la fertilidad en la categoría vaquillas.....	34
7.	Resultados de la influencia de HDA sobre la fertilidad en la categoría vaquillas.....	34
8.	Resultados de la influencia de HDU sobre la fertilidad en la categoría vaquillas.....	34
9.	Resultados de la influencia de TMX sobre la fertilidad en la categoría vacas.....	35
10a.	Resultados de la influencia de TMN sobre la fertilidad en la categoría vacas.....	37
10b.	Resultados de las pruebas de proporciones de Z entre los diferentes ambientes identificados en el Cuadro 10a.....	37
11a.	Resultados de la influencia de TDA sobre la fertilidad en la categoría vacas.....	39
11b.	Resultados de las pruebas de proporciones de Z entre los diferentes ambientes identificados en el Cuadro 11a.....	39

12a.	Resultados de la influencia de TDU sobre la fertilidad en la categoría vacas.....	41
12b.	Resultados de las pruebas de proporciones de Z entre los diferentes ambientes identificados en el Cuadro 12a.....	41
13a.	Resultados de la influencia de HMX sobre la fertilidad en la categoría vacas.....	42
13b.	Resultados de las pruebas de proporciones de Z entre los diferentes ambientes identificados en el Cuadro 13a.....	42
14a.	Resultados de la influencia de HMN sobre la fertilidad en la categoría vacas.....	44
14b.	Resultados de las pruebas de proporciones de Z entre los diferentes ambientes identificados en el Cuadro 14a.....	44
15a.	Resultados de la influencia de HDA sobre la fertilidad en la categoría vacas.....	45
15b.	Resultados de las pruebas de proporciones de Z entre los diferentes ambientes identificados en el Cuadro 15a.....	45
16a.	Resultados de la influencia de HDU sobre la fertilidad en la categoría vacas.....	47
16b.	Resultados de las pruebas de proporciones de Z entre los diferentes ambientes identificados en el Cuadro 16a.....	47
17.	Resultados de la Influencia de TMX-HMX sobre la fertilidad en la categoría vaquillas.....	48
18a.	Resultados de la influencia de TMX-HMX sobre la fertilidad en la categoría vacas.....	51
18b.	Resultados de las pruebas de proporciones de Z entre los diferentes ambientes identificados en el Cuadro 18a.....	51

Cuadro No.		Página
19a.	Resultados de la influencia de TMN-HMN sobre la fertilidad en la categoría vacas.....	54
19b.	Resultados de las pruebas de proporciones de Z entre los diferentes ambientes identificados en el Cuadro 19a.....	54
20a.	Resultados de la influencia de TDA-HDA sobre la fertilidad en la categoría vacas.....	58
20b.	Resultados de las pruebas de proporciones de Z entre los diferentes ambientes identificados en el Cuadro 20a.....	58
21a.	Resultados de la influencia de TDU-HDU sobre la fertilidad en la categoría vacas.....	61
21b.	Resultados de las pruebas de proporciones de Z entre los diferentes ambientes identificados en el Cuadro 21a.....	61
22.	Datos y resultados del análisis de regresión lineal (simple y múltiple) por variables.....	64

## LISTA DE GRAFICOS

Grafico No.		Página
1	Tasas de concepción al primer servicio del hato de estudio durante el año 1987.....	29
2	Tasas de concepción al primer servicio del hato de estudio durante el año 1988.....	29

# I. INTRODUCCION

## I. INTRODUCCION

En los últimos años ha venido tomando cada vez mayor importancia el estudio de la influencia del clima sobre la producción y productividad del ganado, algunas veces relacionado a problemas de adaptación y, otros, a asuntos meramente climáticos.

Está claro que si bien el clima parece ejercer influencia significativa sobre ganado manejado bajo condiciones climáticas propias de su lugar de origen (y bajo condiciones normales de manejo) su influencia será mayor en aquellos casos en que sea manejado bajo condiciones ambientales muy distintas. Tal parece ser el caso del ganado Bos taurus, originario de países de clima templado, que al ser explotado bajo condiciones climáticas del trópico ve disminuidos sus índices productivos.

Entre las áreas en que estos estudios han centrado su atención más recientemente se encuentra el campo reproductivo, de vital importancia para toda explotación ganadera, llegándose a comprobar en muchos casos la influencia real del clima sobre la fertilidad.

En 1988, mientras el autor trabajaba en el Departamento de Reproducción Animal de la Empresa Genética R. Alvarado (EGRA), realizó un pequeño estudio gráfico sobre el comportamiento de las tasas de concepción mensuales de la empresa durante los años 1986 y 1987. Los gráficos mostraban una baja sensible de la fertilidad en los meses de Julio a Noviembre de ambos años. Dicho estudio hacía ver además que las curvas de las tasas de concepción tenían una trayectoria bastante similar al ser

comparado entre ciclos (ciclo es una unidad administrativa compuesta por seis a ocho lecherías, cada una con un promedio de 140 vacas). Lo anterior vino a confirmar no sólo la existencia de los "malos meses reproductivos" sino también la ciclicidad de los mismos.

En realidad entre los años '88 y '90 se vió esta caída de las tasas de concepción en los denominados "meses críticos", ya mencionados anteriormente, siendo el año de 1987 el más afectado. (Como dato estadístico en la empresa se realizó durante el año de 1989 un total aproximado de 9,600 inseminaciones).

Siendo la fertilidad del ganado un factor de vital importancia para toda explotación bovina - sobre todo en aquellas de carácter intensivo o semiintensivo - y con base en aquel estudio de 1988 se decidió realizar el presente trabajo, bajo la hipótesis de que los factores climáticos Humedad Relativa y Temperatura Ambiental ejercen una fuerte influencia sobre la fertilidad y son los principales responsables de las variaciones mensuales o estacionales mostrados por las tasas de concepción.

En este trabajo se evalúan los resultados de cada una de las inseminaciones al primer servicio realizadas durante los años 1987 y 1988 con su respectivo valor de humedad y temperatura observado durante el día de realización.

El trabajo incluye solamente ganado de la raza Holstein, conocido como Holstein criollo para diferenciarlo de aquel importado más recientemente del Canadá. Este ganado fue manejado en seis lecherías del ciclo VII de la empresa EGRA.

## 1.1. OBJETIVOS.

El presente trabajo persigue los siguientes objetivos:

1. Determinar el grado de influencia de la Temperatura Ambiental sobre la tasa de concepción en las categorías vacas y vaquillas.
2. Determinar el grado de influencia de la Humedad Relativa sobre la Tasa de Concepción en las categorías vacas y vaquillas.
3. Analizar la influencia combinada de la Temperatura Ambiental y la Humedad Relativa (en caso de existir) sobre la tasa de concepción por categoría (vacas y vaquillas).
4. Determinar entre las variables de temperatura (Máxima Diaria, Mínima Diaria, Promedio Diaria y Promedio Diurna) la más relacionada con la fertilidad, si dicha relación existe.
5. Determinar entre las variables de humedad relativa (Máxima Diaria, Mínima Diaria, Promedio Diaria y Promedio Diurna) la más relacionada con la fertilidad, si dicha relación existe.
6. Determinar el o los ambientes de Temperatura Ambiental y Humedad Relativa del día de inseminación más beneficiosos para la fertilidad del ganado.

## II. REVISION DE LITERATURA

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. CLIMA Y TIEMPO ATMOSFERICO.

Clima es la palabra derivada de la voz griega *klina* que significa inclinación y alude al ángulo de inclinación con que la radiación solar es recibida por la superficie de la tierra (Burgos, 1977).

Crowder y Chheda (1982) dicen que aunque clima y tiempo son con frecuencia usados indistintamente, debe hacerse una distinción entre ellos. El tiempo atmosférico es un estado de la atmósfera con respecto a caliente y frío, húmedo o seco, calma o tormenta, despejado o nublado; cambia día a día y su variación es influenciada por la localización geográfica, la topografía, la distribución de tierras y aguas, barreras montañosas, altitud, vientos, corrientes oceánicas, vegetación. El clima está integrado de un compuesto de las condiciones del tiempo de día a día. Es un promedio del tiempo atmosférico durante el tiempo cronológico.

### 2.2. CLIMA TROPICAL.

La definición más antigua y sencilla de clima tropical lo establece como aquel que domina en la región comprendida entre los paralelos denominados Trópico de Cáncer y Trópico de Capricornio ubicados a 23° 27' de latitud norte y sur respectivamente. Sin embargo hechos como el de que la temperatura del aire disminuye con la altitud, entre otros, pusieron de manifiesto que este antiguo concepto no es verdadero en forma absoluta (Burgos, 1977; Montaldo, 1982).

Koepen (citado por Burgos, 1977 y Montaldo, 1982), quien clasificó los climas en relación a los tipos de vegetación natural, establece que el clima tropical está limitado entre las isotermas de 18°C para el mes más frío, es decir que en este tipo climático no puede existir ningún mes con temperatura media inferior a 18°C.

Burgos (1977) afirma que aunque considera importante otros elementos, el ambiente tropical para los animales homeotérmicos y para el hombre debe definirse esencialmente sobre la base de la temperatura del aire, ya que este es el elemento de observación corriente que representa mejor al balance de calor, mientras que otros como la humedad relativa y la radiación solar no son tan conocidos en su régimen en el espacio y el tiempo. Según este mismo autor una buena definición de "Clima típicamente tropical" es la que lo ubica como aquel en que la variación anual de la temperatura no es mucho mayor de 5°C y la variación diaria es de alrededor de los 10°C.

### 2.3. VARIACIONES ESTACIONALES EN LA FERTILIDAD DEL GANADO.

Muchos autores (Faust et al. (1988), Bonachea (1981), Gwazdauskas et al. (1975), Thatcher y Collier (1986) ) han reportado variaciones estacionales en el rendimiento reproductivo del ganado vacuno a lo largo del año.

Salisbury y VanDemark, citados por Gwazdauskas et al., (1975), hicieron una revisión de 34 estudios aparecidos entre 1929 y 1956 encontrando las más bajas tasas de concepción correspondiente al verano y las más altas a primavera. Ellos hacen ver que los resultados son similares independientemente de si los datos fueron

colectados al norte o al sur de los 40° de latitud (norte). En los estados del sur de los EE.UU. el ganado lechero Bos taurus exhibe una depresión en la fertilidad aún mayor durante la época calurosa (Gwasdauskas et al., 1975).

En un análisis de 6,555 inseminaciones realizadas en vacas y vaquilla de tres razas lecheras (Jersey, Pardo Suizo y Holstein) durante un período de tres años en Florida, EE.UU. (ambiente subtropical) se observó una caída en la tasa de concepción en las vacas durante el verano de junio a agosto, con su recuperación total hasta noviembre "sugiriendo un efecto remanente durante los meses de septiembre y octubre" (Thatcher y Collier, 1988).

Bonachea (1981) en Cuba observó que la fertilidad de las vacas se encontraba mejorada en los meses más frescos y menos húmedos, mientras que los meses más calientes fueron asociados con los porcentajes más bajos de concepción.

En Carolina del Norte, Faust et al. (1988) estudiaron la tasa de concepción al primer servicio en cinco hatos lecheros de primíparas Holstein a partir de las pariciones mensuales. Encontraron que las tasas de concepción más bajas correspondían a las inseminaciones de junio a septiembre, responsables de las pariciones de abril a junio.

Gwasdauskas et al. (1975) afirman que las diferencias en fertilidad entre meses o estaciones reflejan los efectos combinados de un gran número de factores climatológicos más la variación de numerosas variables nutricionales y de manejo posibles.

## 2.4. INFLUENCIA DEL CLIMA SOBRE EL ANIMAL.

La evidencia experimental de la influencia que el clima ejerce sobre el ganado doméstico se ha obtenido mediante dos principios diferentes: las observaciones efectuadas directamente en el campo y las que se han verificado sobre animales guardados en laboratorios en ambientes controlados o en cámaras psicométricas (Williamson y Payne, 1975).

Gwasdauskas et al. (1975) comprobaron la influencia de 15 mediciones climatológicas sobre la tasa de concepción en un hato de Florida, EE.UU. Las tres mediciones ambientales con mayor grado de asociación a la tasa de concepción fueron temperatura máxima del día siguiente a la inseminación, precipitación pluvial del día de inseminación y temperatura mínima del día de inseminación. Estos mismo autores sugieren en su trabajo que los efectos de mes observados son debidos en un mayor grado a factores climáticos que a factores nutricionales y de manejo.

Scott y Williams citados por Vandeplassche (1984) afirman que las vacas de razas tropicales son menos susceptibles que las vacas lecheras europeas al riesgo de mortalidad embrionaria precoz durante la etapa que media entre el segundo día de gestación y la fijación de la placenta. En el caso de las vacas lecheras europeas el riesgo es tan grande que prácticamente puede imposibilitar la inseminación durante los meses del año en que la humedad y la temperatura ambiental sobrepasan determinados umbrales.

Hernández et al., (1981) hicieron un trabajo con vacas estabuladas analizando la influencia de la temperatura ambiental y la humedad relativa durante el período de dos días antes a ocho días después del servicio. Encontraron las mejores tasas de concepción con valores de temperatura menores de 28.9°C y humedades menores de 84% (tasas de concepción de 40.6% Vs. 23.0% obtenidas con valores mayores a los indicados). Encontraron además que las vacas de la raza Pardo Suizo fueron más tolerantes que las Holstein a valores altos de temperatura y humedad: 38.4%, Vs. 31.1% de concepción respectivamente.

En Cuba Bonachea (1981) relacionó los datos de temperatura ambiental, humedad relativa, precipitación e insolación real con la tasa de concepción y encontró una relación inversa entre esta última y cada una de las primeras.

Pournaid et al. (1986) en un estudio de 49 fincas en Venezuela encontraron que la temperatura ambiental y la humedad relativa no tuvieron efectos significativos sobre la fertilidad de las vacas.

Según Webster y Wilson (1980) la combinación de alta humedad y alta temperatura ambiental puede tener un efecto profundo sobre la producción de leche y la ganancia de peso y cita como ejemplos los trabajos de Johnson et al. (1963) y McIlvan y Shoop (1971). Los primeros encontraron que la producción de leche de 40 vacas Holstein fue seriamente deprimida por altas humedades cuando la temperatura del aire estuvo por encima de 27°C; los segundos, por su parte, encontraron que altas temperaturas

en conjunción con altos niveles de humedad redujeron sustancialmente la ganancia de peso de novillos de engorde.

Hancock y Payne (1955) citado por Webster y Wilson (1980), hicieron un experimento con ocho pares de terneras gemelares idénticas criando ocho hembras en Nueva Zelanda (ambiente templado) y sus gemelas correspondientes en Fiji (ambiente tropical). Todas fueron mantenidas bajo condiciones similares de alimentación y manejo. Fue observado que el peso al primer parto en las vaquillas de Nueva Zelanda fue aproximadamente un 10% mayor que las manejadas en el trópico. El retraso en el crecimiento de las vaquillas del trópico afectó prácticamente por igual todas las medidas corporales, con excepción de la circunferencia de la panza que fue mayor en las vaquillas de Fiji, posiblemente debido a su significativo mayor consumo de agua.

#### 2.4.1. Efecto de la temperatura.

Brody citado por Williamson y Payne (1975), define la "zona de confort" del ganado como la zona de temperatura en que no se exige ningún esfuerzo al mecanismo de regulación térmica. Esta zona varía de  $-1$  a  $16^{\circ}\text{C}$  para el ganado típico de las zonas templadas y de  $10$  a  $27^{\circ}\text{C}$  para el ganado de tipología tropical. Al aumentar la temperatura del aire por encima de los  $16^{\circ}\text{C}$  en el caso del ganado de tipo templado y por encima de los  $27^{\circ}\text{C}$  en el de tipo tropical, se ponen en actividad los dispositivos termorreguladores y aumenta el grado de respiración y evaporación. Si la temperatura ambiente sobrepasa los  $27^{\circ}\text{C}$  en el caso del ganado de tipo templado y los  $35^{\circ}\text{C}$

cuando se trata del ganado tropical, los mecanismos termorreguladores empiezan a fallar. Ello origina una brusca elevación de la temperatura rectal, una disminución en la ingestión de alimentos, un aumento en la absorción de agua, una reducción de los procesos productivos y, tal vez, una pérdida del peso total.

Estos mismos autores sin embargo indican que las altas temperaturas atmosféricas no parecen afectar indebidamente el ciclo reproductor en las vacas, tanto en la de tipo templado como en las de tipo tropical, aunque ejercen alguna influencia sobre la fertilidad de los toros.

Cunliffe (1989), sin hacer distinción entre ganado de tipología tropical y templado, afirma que el rango termoneutral está comprendido entre los 5°C y 24°C, fuera del cual la vaca sufre estrés frío o caliente. Dentro de este rango termoneutral considera el rango óptimo para la producción el comprendido entre los 13°C y los 18°C. Con 25°C la vaca comienza a aumentar su temperatura corporal y con 32°C la temperatura rectal asciende a 40°C suficiente para causar serios trastornos reproductivos.

Thatcher y Collier (1986) afirman que hay abundante evidencia de que el estrés térmico puede influenciar el rendimiento reproductivo en hembras del ganado lechero. El estrés térmico, según éstos, actuaría influenciando el comportamiento sexual, la calidad del huevo ovulado y del óvulo después de la fertilización y podría sonsacar respuestas específicas de la madre que puedan subsecuentemente afectar el ambiente del embrión, la tasa

de crecimiento fetal, el desarrollo postnatal y respuestas en el rendimiento de la madre (reproductiva y lactante) después del nacimiento del ternero.

Durante la exposición al estrés térmico se observa una reducción en la duración del estro a aproximadamente 10 horas y una menor intensidad en la conducta estral. Esta reducida actividad baja la producción del calor metabólico y reduce la carga calórica que debe ser disipada por la vaca. Si la actividad estral ocurre durante la noche su detección puede ser fácilmente ignorada. Si el estro ocurre durante los períodos calientes del día, el ganado se muestra reacio a entrar en actividad pues para esto necesita dejar la sombra (Thatcher y Collier, 1986).

En un hato de vacas de la raza Jersey en la Florida, el porcentaje hipotético de celos potenciales no detectados se incrementó hasta un nivel de aproximadamente 80% durante los meses calientes del verano, según reporte de Thatcher y Collier (1986).

Estos mismos autores afirman que en realidad la fertilización en las vacas en estrés calórico ocurre normalmente y que el estrés térmico induce la muerte embrionaria después que el embrión llega al útero pero antes que la preñez es reconocida (lo que ocurre en el día 16 aproximadamente).

Roche (1986) dice que la mayor porción de pérdida embrionaria ocurre gradualmente entre los días 8 y 19 después del cruzamiento y las pérdidas subsecuentes son mucho más pequeñas. Puesto que la mayoría de las pérdidas

embrionarias ocurren antes del reconocimiento de la preñez, las vacas retornan al estro en un periodo normal de 18 a 26 días después del cruzamiento, aunque también ocurren pérdidas embrionarias tardías que se manifiestan en tardados e irregulares retornos al estro provocando un alargamiento en el intervalo parto-concepción en vacas postparto.

La sombra parece ser un factor de vital importancia para disminuir los efectos de la temperatura. Thatcher y Collier (1986) reportan un estudio en que se comprobó diferencias significativas en las concentraciones hormonales de vacas manejadas bajo sombra y vacas manejadas sin sombras (estrés térmico). Aunque en ambos grupos hubo presencia de celo y realización de la ovulación, las vacas manejada sin sombra presentaron ligeras elevaciones en progesterona y corticoides durante la fase luteal y una ligeramente inferior concentración de estradiol durante el proestro, con respecto a las vacas con sombra. Estas diferencias en la concentración hormonal pueden estar relacionada con la calidad del folículo preovulatorio en desarrollo, la intensidad de la conducta durante el celo y el microambiente subsecuente del útero y el oviducto que controla procesos tales como la capacitación de los espermias, el transporte de los espermias y el óvulo y la fertilización (Thatcher y Collier, 1986).

Gwasdauskan et al. (1975) encontraron que la temperatura máxima del día siguiente a la inseminación tenía una significativa relación curvilínea con la fertilidad. Al incrementar la temperatura desde 12.3°C hasta 21°C la tasa de concepción mostraba un ligero

incremento; al aumentar la temperatura de 21.1°C a 35°C la tasa de concepción declinó de 40% a 35%.

En un trabajo realizado en el norte de Israel durante el verano, reportado por Thatcher y Collier (1986) se encontró que la temperatura ambiental mínima estaba asociada negativamente con la tasa de concepción. Las tasas de concepción de las vaquillas no sufrieron variaciones durante los meses de verano, mientras que la fertilidad fue "suprimida" en las vacas.

Gwasdauskas *et al.* (1975) encontraron que la temperatura mínima del día de inseminación estaba relacionada con la tasa de concepción, sin embargo la influencia de esta variable estaba prevista a ser la misma, independientemente del rango en que encontrara dicha variable en ese día en particular.

#### 2.4.1.1. Fuentes productoras de calor y vías de disipación en el animal.

El ganado vacuno y la mayoría de los animales domésticos son considerados animales homeotermos debido a que deben mantener la temperatura interior de su organismo dentro de rangos muy estrechos, prácticamente constante. Para mantener la temperatura dentro de estos márgenes deben realizar un balance continuo entre el calor producido (o absorbido) internamente y el que pueden disipar en el contorno (Guichandut, 1977).

Según este autor las fuentes productoras de calor son:

El metabolismo basal, que comprende los procesos fisiológicos esenciales como la función respiratoria, la actividad cardíaca, el proceso respiratorio a nivel de los tejidos celulares en conjunto con la actividad muscular mínima.

Las fermentaciones de la panza o rumen y la digestión en general.

La actividad muscular, de gran importancia sobre todo la realizada durante el pastoreo.

Las producciones, como la producción lechera, el proceso reproductivo y el crecimiento.

Todas estas fuentes son fuentes endógenas cuya energía proviene de los alimentos o de las reservas corporales pero existen además las de origen exógeno que son las radiaciones Solares y la temperatura ambiental. (Guichandut, 1977).

Para mantener el balance térmico los animales cuentan con cuatro sistemas de disipación calórica:

Radiación, que es la forma de transferencia de calor por medio de los rayos infrarrojos o rayos calóricos.

Convección, que es la transferencia de calor mediante la movilización física de las moléculas de aire que rodean el animal.

Conducción, que es el flujo directo de energía térmica entre dos medios por diferencia de temperatura.

Evaporación, de la humedad presente en la superficie corporal o en las vías respiratorias. Esta es una reacción que necesita energía calórica para su realización. (McDowel, 1974; Guichandut, 1977).

Además de estos mecanismos que son propiamente físicos existen mecanismos fisiológicos que permiten la pérdida de calor. Durante el estrés térmico la vaca realiza un cambio en la distribución sanguínea, enviando la mayor parte de la sangre a la periferia.

La afluencia de la sangre a la superficie corporal eleva la pérdida de calor por radiación, convección y conducción. Existen además receptores sensitivos en la superficie corporal de los animales domésticos que se encargan de regular la cantidad de sangre en la piel, la actividad de las glándulas sudoríparas y la erección del pelo y las plumas (McDowel, 1974; Cunliffe, 1989).

#### 2.4.2. Efectos de la humedad relativa.

La humedad relativa es la proporción existente entre la cantidad real de vapor de agua contenida por unidad de volumen de aire y la cantidad máxima que podría admitir de acuerdo con su temperatura.

La humedad relativa es otro elemento de gran importancia por sus efectos sobre el animal. Se estima que valores de humedad relativa inferiores al 55% corresponden a ambientes de aire muy secos. Los valores altos de H.R. actúan como factores negativos para la eliminación del calor cuando la temperatura ambiental se acerca a la temperatura rectal normal de los animales. Los efectos derivados de la humedad presente en el aire deben ser analizados atendiendo a las diferentes vías de evaporación. Si el aire que ingresa en las vías respiratorias llega con un nivel de humedad próximo a la

saturación, poca será la humedad que el animal pueda absorber proveniente de las parte húmedas de dicho aparato. En cuanto a la evaporación de la piel, es lógico suponer que si el aire que la rodea se encuentra próxima a la saturación, muy poca humedad podrá absorber, de manera que esa vía fácilmente pueda quedar inhabilitada (Guichandut, 1977).

Cunliffe (1989) afirma que el ambiente óptimo para el ganado es aquel que posee una temperatura ambiente de 13 a 18°C, una humedad relativa de 50 - 60% y una velocidad moderada de viento (8 km/hora).

Williamson y Payne (1975) afirman, basados en un estudio realizado en ganado de tipo templado en Luisiana (EE.UU.), que una gran humedad acorta los tiempo de apacentamiento de los rebaños durante el día, lo cual puede afectar la toma de alimentos y por consiguiente la productividad del animal.

## 2.5. ACLIMATACION.

Aclimatación es el nombre dado al complejo de procesos mediante los cuales un animal se adapta al medio ambiente en que tiene que vivir. La aclimatación a los rigores del calor puede ser temporal o permanente, dependiendo de si el animal aumenta su pérdida de calor, de si reduce su producción de calor o si aumenta la tolerancia de sus tejidos a temperaturas más altas y fluctuantes del cuerpo (Williamson y Payne, 1975).

Cuando el ganado de raza templada es introducido a un clima tropical sufre algunos cambios en sus patrones

normales de comportamiento. Así el ganado no adaptado a las condiciones áridas consume más agua en los trópicos que estando en zona templada (Williamson y Payne, 1975). Según Webster y Wilson (1980) este incremento en el consumo de agua bebida puede ser el doble o más que el requerido por el mismo tipo de ganado en clima templado.

Otros cambios de comportamiento se refieren al pastoreo. El ganado dedica normalmente entre siete y nueve horas de pastoreo al día divididos en tres períodos: uno entre el amanecer y mediados de la mañana; un período largo entre medio día y el atardecer; otro, mucho más corto, cerca de medianoche. Sin embargo, en el trópico, el ganado no adaptado muestra un período de pastoreo anormalmente corto y un período de descanso anormalmente largo. En este caso el ganado muestra menos inclinación para pastar durante el principal período de pastoreo, el de la tarde, cuando se dan las mayores intensidades en la temperatura y la radiación solar (Webster y Wilson, 1980)

Existen algunas características morfológicas que pueden contribuir a la aclimatación de los animales tales como una superficie coloreada y una piel pigmentada (Williamson y Payne, 1975). En relación con la capa de pelo, Guichandut (1977) afirma que si ésta es abundante y espesa existen la posibilidad de que el aire encerrado entre esas fibras alcance pronto el punto de saturación de humedad, lo que actúa como elemento bloqueante de la evaporación desde la superficie cutánea, ya sea por difusión como por sudación.

Barret y Larkin (1979) afirman que cuando se han criado animales exóticos en los trópicos durante muchos

normales de comportamiento. Así el ganado no adaptado a las condiciones áridas consume más agua en los trópicos que estando en zona templada (Williamson y Payne, 1975). Según Webster y Wilson (1980) este incremento en el consumo de agua bebida puede ser el doble o más que el requerido por el mismo tipo de ganado en clima templado.

Otros cambios de comportamiento se refieren al pastoreo. El ganado dedica normalmente entre siete y nueve horas de pastoreo al día divididos en tres períodos: uno entre el amanecer y mediados de la mañana; un período largo entre medio día y el atardecer; otro, mucho más corto, cerca de medianoche. Sin embargo, en el trópico, el ganado no adaptado muestra un período de pastoreo anormalmente corto y un período de descanso anormalmente largo. En este caso el ganado muestra menos inclinación para pastar durante el principal período de pastoreo, el de la tarde, cuando se dan las mayores intensidades en la temperatura y la radiación solar (Webster y Wilson, 1980)

Existen algunas características morfológicas que pueden contribuir a la aclimatación de los animales tales como una superficie coloreada y una piel pigmentada (Williamson y Payne, 1975). En relación con la capa de pelo, Guichandut (1977) afirma que si ésta es abundante y espesa existen la posibilidad de que el aire encerrado entre esas fibras alcance pronto el punto de saturación de humedad, lo que actúa como elemento bloqueante de la evaporación desde la superficie cutánea, ya sea por difusión como por sudación.

Barret y Larkin (1979) afirman que cuando se han criado animales exóticos en los trópicos durante muchos

años, se produce una selección basada en la tolerancia al calor, la cual desafortunadamente muchas veces se reduce con la importación de sementales que no han sido tan seleccionados. Estos sugieren que las agencias exportadoras de semen al trópico clasifiquen sus sementales por tipos de pelaje y pruebas térmicas simples como la prueba Iberia de tolerancia al calor.

La prueba Iberia de tolerancia al calor es una prueba de campo sencilla. Consiste en mantener los animales bajo la influencia directa de los rayos solares desde las diez de la mañana hasta las tres de la tarde, a temperaturas de entre 29.4°C y 35°C. El índice de tolerancia al calor (ITC) viene dado por la siguiente fórmula:

$$ITC = 100 - 10 (t_{3pm} - t_{10am})$$

donde  $t_{3pm}$  es la temperatura rectal del animal a las tres de la tarde y  $t_{10am}$  es la temperatura rectal del animal a las diez de la mañana, medidas en grados Fahrenheit.

Domínguez, citado por Guichandut (1977), establece tres tipos de aclimatación, a saber:

**Aclimatación absoluta**, que se da cuando los animales que son transportados a un medio diferente al de su hábitat reaccionan manteniendo intactas sus capacidades productivas económicas.

**Naturalización**, que se da cuando se trasladan animales a climas semejantes al de sus lugares de origen, con el consiguiente mantenimiento de sus capacidades productivas.

**Aclimatación degenerativa**, que ocurre cuando se trasladan animales a climas diferentes al de su lugar de origen que los someten a esfuerzos violentos por alcanzar la adecuación con una sensible pérdida de sus aptitudes productivas.

### III. MATERIALES Y METODOS

### **III. MATERIALES Y METODOS**

Este trabajo está basado en los resultados de 2,419 inseminaciones (ver Anexo 4) de primer servicio en vacas y vaquillas de la raza Holstein con 3/4 a 7/8 de pureza del hato. El ganado proviene de seis lecherías (7-6, 7-7, 7-8, 7-9, 7-11 Y 7-12) de la Empresa Genética R.A. (EGRA). las inseminaciones fueron realizadas en el período comprendido del 1° de Enero de 1987 al 31 de Diciembre de 1988. Además se consideran datos climáticos de Humedad Relativa y Temperatura Ambiental de este período (a excepción del mes de Abril de 1988) provenientes de la estación A.C. Sandino ubicada en el Aeropuerto Internacional del mismo nombre.

Los datos meteorológicos comprenden lecturas horarias (24 horas al día) de Temperatura Ambiente y Humedad Relativa en base a los cuales se calculó la máxima diaria, mínima diaria, promedio diaria y promedio diurna para cada uno de los agentes en estudio (Temperatura y Humedad). El promedio diario proviene de las 24 lecturas del día, el promedio diurno proviene de 13 lecturas: de 6 a.m. a 6 p.m.

Los resultados de la inseminaciones provienen del diagnóstico de gestación mediante palpación rectal a los 60 días de inseminadas a las vacas y vaquillas que a la fecha no hubiesen presentado nuevo celo.

#### **3.1. UBICACION DE LA EMPRESA.**

La Empresa Genética Roberto Alvarado (EGRA), mejor conocida como Proyecto Chiltepe, está ubicada en la península de Chiltepe, Departamento de Managua.

Según la regionalización Agrícola de Blanco (1971) la Empresa está ubicada en la subregión II2 de Nicaragua que comprende los municipios de Mateare y Managua y posee una temperatura promedio anual de 28°C y una humedad relativa que va de 80% a 100% en la época lluviosa y que baja a 60% en la época seca.

Las lecherías están ubicadas a una altura promedio de 50 m.s.n.m. La distancia mínima entre las galeras de albergue del ganado y las costas del lago de Managua es de unos 1000 m aproximadamente. La distancia mínima aproximada de las lecherías en estudio y la costa del lago es de 2000 m.

### 3.2. MANEJO DEL GANADO.

Durante el día el ganado es mantenido en galeras techadas, abiertas en todos sus costados. Estas galeras cuentan con bebederos, comederos y salitreros. La alimentación durante este tiempo es a base de forraje de corte peletizado, Taiwan 144 (Pennisetum purpureum) y/o sorgo forrajero (Sorghum sp), y un suplemento concentrado proteico para el ganado en lactación, así como melaza.

El ganado en lactación es ordeñado dos veces al día, una vez por la mañana y otra por la tarde. A las 5 de la tarde aproximadamente el ganado es sacado a pastoreo hasta las 5 de la mañana del día siguiente, hora en que es recogido nuevamente para el ordeño.

Se realiza una revisión puerperal de las hembras a los 30 días de paridas. Vacas que cumplen 90 días abiertos son también sometidas a revisión ginecológica.

El diagnóstico de gestación es realizado a los 60 días después de inseminadas mediante palpación rectal.

### 3.3. METODOLOGIA.

Cada variable en estudio es dividida en rangos de acuerdo al rango total de variación observado durante el período de estudio. Inseminaciones efectuadas dentro de un mismo rango de temperatura y/o humedad relativa son agrupados independientemente de la fecha y lugar (lechería) en que se realizaron, considerándolas como efectuadas bajo un mismo ambiente. Se usa la Prueba de Independencia de Chi Cuadrado para determinar la existencia o no de la influencia de cada una de las variables estudiadas sobre la tasa de concepción.

En los casos en que la prueba de independencia encuentra diferencias significativas entre los diferentes niveles o rangos de la(s) variable(s) en estudio (esto es, rechazar la hipótesis nula de que todos los ambientes son iguales, lo que implica confirmar la influencia de al menos uno de los ambientes) se realiza la prueba de proporciones de Z para dos poblaciones binomiales entre todos y cada uno de los ambientes. Las hipótesis usadas para la comparación de un ambiente A y un ambiente B mediante la prueba de proporciones son:

$H_0: A=B$ ,  $H_a: A \neq B$ .

Los niveles de significación usados tanto para la prueba de independencia como para la prueba de proporciones son mayores o iguales al 90% ( $\alpha \leq 0.10$ ).

La simbología usada en la presentación de los resultados es la siguiente: NS = no significativo a un  $\alpha \leq 0.10$ ; \* = significativo a un  $\alpha \geq 0.10$ ; \*\* Significativo a un  $\alpha \geq 0.05$ ; \*\*\* = significativo a un  $\alpha \geq 0.01$ .

Se hace un análisis de Regresión Lineal para determinar el grado de ajuste y el coeficiente de regresión. Con el fin de obtener una mejor representación de la curva en el análisis de las variables no combinadas, se usó un número de rangos o ambientes ligeramente mayor que los observados en los cuadros de resultados; en el caso de las variables combinadas se usan los datos presentados en los cuadros, con excepción de los ambientes con inseminaciones totales menores de 30, los cuales fueron eliminados.

La selección de la variable de temperatura y humedad más relacionada con la fertilidad de vacas y vaquillas se hace en base a la mayor relación de la variable con la tasa de concepción, indicada por la mayor probabilidad de diferencia proveniente de las pruebas de independencia.

Los análisis son realizados para cada categoría por separado (vacas y vaquillas).

### 3.4. DESCRIPCION DE VARIABLES.

Las variables en estudio son:

#### a) Sobre Temperatura:

1. Temperatura Máxima del día de inseminación..... TMX
2. Temperatura Mínima del día de inseminación..... TMN
3. Temperatura Promedio Diaria del día de inseminación.TDA
4. Temperatura Promedio Diurna del día de inseminación.TDU

#### b) Sobre Humedad Relativa:

5. Humedad Relativa Máxima del día de inseminación.... HMX
6. Humedad Relativa Mínima del día de inseminación.... HMN
7. Humedad Relativa Promedio del día de inseminación.. HDA
8. Humedad Relativa Promedio Diurna del día de  
inseminación.....HDU

#### c) Sobre Temperatura y Humedad Combinadas:

9. Temperatura Máxima y Humedad Relativa Máxima  
del día de inseminación..... TMX-HMX
10. Temperatura Mínima y Humedad Relativa Mínima  
del día de inseminación..... TMN-HMN
11. Temperatura Promedio Diaria y Humedad  
Relativa Promedio Diaria del día de insemina-  
ción.....TDA-HDA
12. Temperatura Promedio Diurna y Humedad Rela  
tiva Promedio Diurna del día de inseminación. TDU-HDU

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

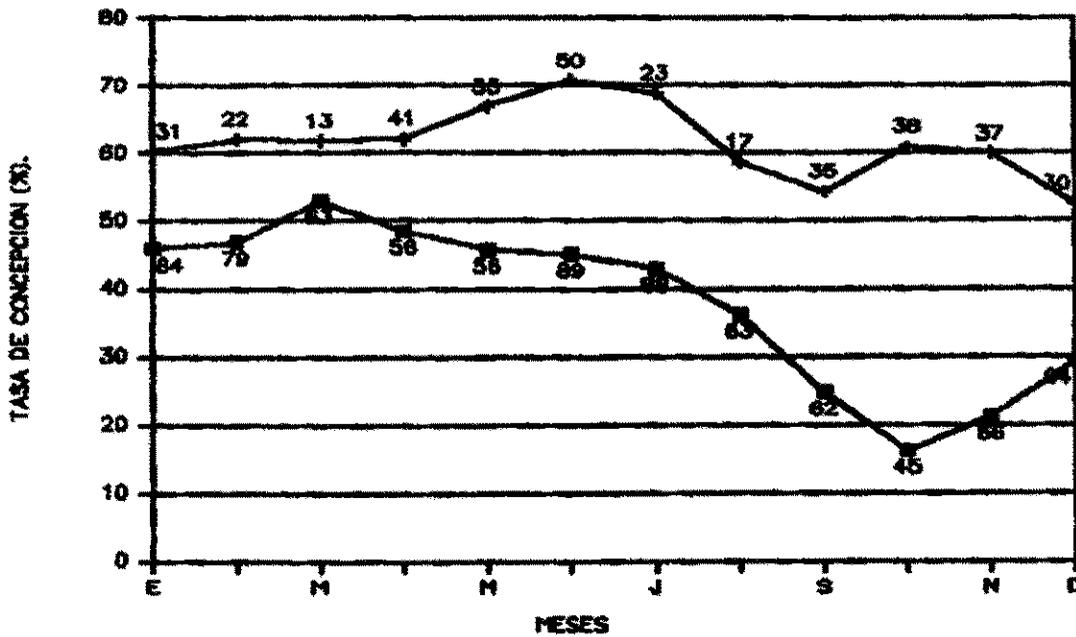
El número de inseminaciones totales consideradas para cada una de las variables estudiadas tienen ligeras variaciones debido, algunas veces, a la carencia parcial de datos meteorológicos, y otras, al rango de variación total considerado, por lo general ligeramente inferior al rango de variación total observado.

Como ejemplo del primer caso están aquellos días con 16 mediciones y no con las 24 correspondientes. Esto imposibilita el cálculo del promedio diario (TDA, HDA) aunque si los datos faltantes corresponden a horas de la noche y la madrugada no se afecta el cálculo del promedio diurno (TDU, HDU).

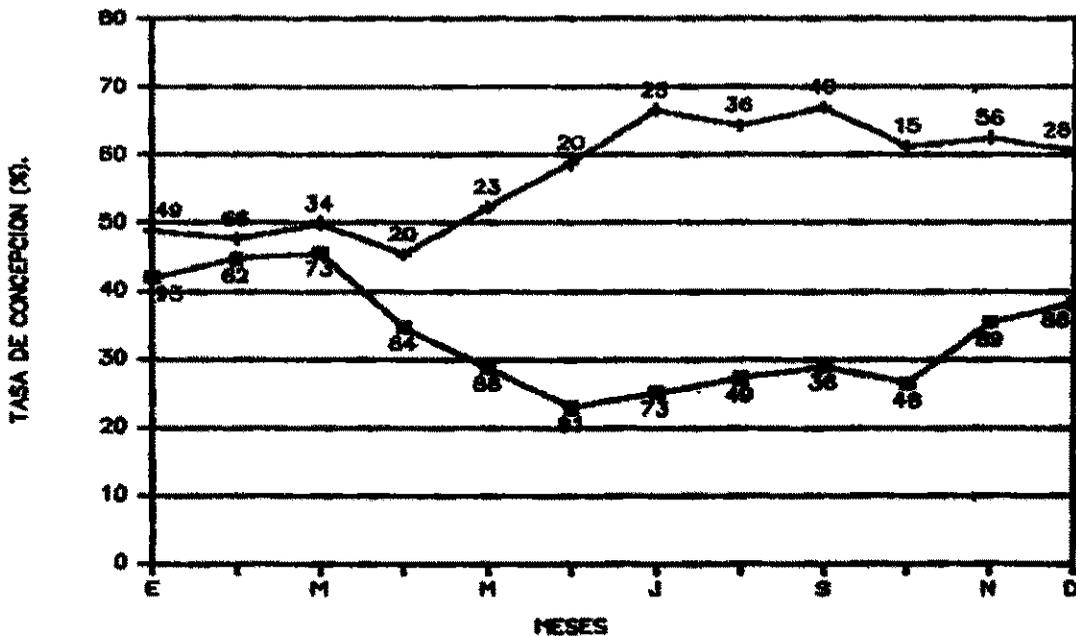
Como ejemplo del segundo caso podemos citar que el rango de TMX considerado incluye temperaturas de 27 a 37.5°C aunque el rango de variación real u observado va desde 25.5°C hasta 37.7°C (Nota: En el período en estudio hay solamente 4 días con temperaturas máximas menores de 27°C).

No se presentan los cuadros de resultados de la influencia combinada de temperatura y humedad relativa en aquellos casos en que el análisis por separado de ambos resultó no significativo para la prueba de independencia, ya que éstos, como es de esperar, resultaron igualmente no significativos.

Las tasas de concepción mensuales alcanzadas por el hato de estudio son representadas en los gráficos 1 y 2, correspondientes a los años 1987 y 1988 respectivamente. Es notorio el hecho que mientras en el año 1987 la depresión en la fertilidad de vacas fue más severa que en 1988, en éste último el efecto depresivo fue más prolongado.



**GRAFICO 1.** Tasas de concepción al primer servicio del hato de estudio durante el año de 1987 \*.



**GRAFICO 2.** Tasas de concepción al primer servicio del hato de estudio durante el año de 1988 \*.

NOTA: El número indica las inseminaciones que generan la tasa de concepción respectiva; el símbolo "+" indica la gráfica para vaquillas y el símbolo "■" indica la gráfica de vacas.

#### 4.1. INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA SOBRE LA FERTILIDAD DE VAQUILLAS.

Los Cuadros 1 al 4 presentan los resultados de la influencia de la temperatura máxima del día de inseminación (TMX), temperatura mínima del día de inseminación (TMN), temperatura promedio del día de inseminación (TDA), y temperatura promedio diurna del día de inseminación (TDU) sobre la tasa de concepción, todos en la categoría vaquillas.

Cuadro 1. Resultados de la influencia de TMX sobre la fertilidad en la categoría vaquillas.<sup>1</sup>

AMB	TEM(°C)	I.A.	+	T de C (%)
1	[27.0,30.0]	43	28	60.5
2	(30.0,32.5]	305	177	58.0
3	(32.5,35.0]	320	188	58.8
4	(35.0,37.5]	94	63	67.0
<b>TOTAL</b>	<b>[27.0,37.5]</b>	<b>762</b>	<b>454</b>	<b>59.6</b>

$$X^2_c = 2.57NS$$

Cuadro 2. Resultados de la influencia de TMN sobre la fertilidad en la categoría vaquillas.

AMB	TEM(°C)	I.A.	+	T de C (%)
1	[17.0,20.0)	29	18	62.0
2	[20.0,22.5)	233	144	61.8
3	[22.5,25.0)	419	242	57.8
4	[25.0,27.5)	63	40	63.5
<b>TOTAL</b>	<b>[17.0,27.5)</b>	<b>744</b>	<b>444</b>	<b>59.7</b>

$$X^2_c = 1.53NS$$

<sup>1</sup> Ver clave de cuadros en Anexo 1.

Cuadro 3. Resultados de la influencia de TDA sobre la fertilidad en la categoría vaquillas.<sup>1</sup>

AMB	TEM(°C)	I.A.	+	T de C (%)
1	(24.0,26.5]	205	126	61.5
2	(26.5,29.0]	426	243	57.0
3	(29.0,31.5]	117	77	65.8
<b>TOTAL</b>	<b>(24.0,31.5]</b>	<b>748</b>	<b>446</b>	<b>59.6</b>

$$X^2_c = 3.33NS$$

Cuadro 4. Resultados de la influencia de TDU sobre la fertilidad en la categoría vaquillas.

AMB	TEM(°C)	I.A.	+	T de C (%)
1	(24.0,27.0]	39	26	66.7
2	(27.0,29.0]	280	163	58.2
3	(29.0,31.0]	314	180	57.3
4	(31.0,33.5]	115	77	67.0
<b>TOTAL</b>	<b>(24.0,33.5]</b>	<b>748</b>	<b>446</b>	<b>59.6</b>

$$X^2_c = 4.29NS$$

En todos los casos la Prueba de Independencia de Chi Cuadrado resultó no significativa con  $\alpha = 0.10$ , dejando entrever que no existe relación entre estos parámetros y el resultado de las inseminaciones para esta categoría. Esto coincide con lo reportado por Thatcher y Collier (1986) sobre el experimento de Florida, ya que de acuerdo a ese reporte las vaquillas más bien incrementaron la tasa

<sup>1</sup> Ver clave de cuadros en Anexo 1.

de concepción cuando las temperatura mínimas excedieron los 30°C, así como el caso de las vaquillas en Israel cuyas tasas de concepción no sufrieron cambios durante los meses de verano mientras "la fertilidad fue suprimida en las vacas" (Thatcher y Collier, 1986).

#### 4.2. INFLUENCIA DE LA HUMEDAD RELATIVA SOBRE LA FERTILIDAD DE VAQUILLAS.

Un comportamiento similar al de la temperatura se presenta con la humedad relativa mínima del día de inseminación (HMN), humedad promedio del día de inseminación (HDA) y humedad promedio diurno del día de inseminación (HDU) cuyos resultados de la prueba de independencia para la categoría vaquillas resultaron no significativos ( $\alpha = 0.10$ ), sugiriendo la no relación entre HMN, HDA y HDU con la fertilidad de las vaquillas. Los resultados se muestran en los Cuadros 6, 7 y 8 respectivamente.

Un caso diferente se presenta con la influencia de la humedad relativa máxima del día de inseminación (HMX) cuyos resultados sobre la tasa de concepción de las vaquillas son mostrados en el Cuadro 5a. De acuerdo a la prueba de independencia existe una relación real entre HMX y la fertilidad de las vaquillas ( $\alpha = 0.10$ ). El ambiente 3 de HMX con humedades relativas máximas superiores a 90% hasta un 100% resultó superior al ambiente 2 ( $\alpha = 0.05$ ) con HMX de 80 a 90%, de acuerdo a la prueba de proporciones de Z. Sin embargo el ambiente 3 no presenta diferencias significativas con el ambiente 1 ( $\alpha = 0.10$ ) que posee los más bajos valores de HMX (87 - 80%), así

como tampoco hay diferencias significativas ( $\alpha = 0.10$ ) entre los ambientes 1 y 2. Los resultados de la prueba de proporciones se muestran en el Cuadro 5b.

Cuadro 5a. Resultados de la influencia de HMX sobre la fertilidad en la categoría vaquillas.<sup>1</sup>

AMB	H.R (%)	I.A.	+	T de C (%)
1	(67,80]	76	44	57.9
2	(80,90]	209	112	53.6
3	(90,100]	470	293	62.3
TOTAL	(67,100]	755	449	59.5

$$X^2_c = 4.68*$$

Cuadro 5b. Resultados de las pruebas de proporciones de Z entre los diferentes ambientes identificados en el Cuadro 5a.

AMB	1	2	3
1	-	N.S	N.S
2	N.S	-	**
3	N.S	**	-

De acuerdo a las tasas de concepción alcanzadas en los ambientes HMX que aparecen en el Cuadro 5a, se observa la tendencia a incrementarse conforme aumenta el rango de humedad, sin embargo por los resultados ya visto en la prueba de proporciones esta tendencia no está, estadísticamente hablando, claramente manifiesta.

<sup>1</sup> Ver clave de cuadros en Anexo 1.

Cuadro 6. Resultados de la influencia de HMN sobre la fertilidad en la categoría vaquillas.<sup>1</sup>

AMB	H.R.(%)	I.A.	+	T de C (%)
1	(25,40]	117	67	57.3
2	(40,60]	433	258	59.6
3	(60,80]	206	125	60.7
TOTAL	(25,80]	756	450	59.5

$$X^2_c = 0.36NS$$

Cuadro 7. Resultados de la influencia de HDA sobre la fertilidad en la categoría vaquillas.

AMB	H.R (%)	I.A.	+	T de C (%)
1	(48,65]	185	104	58.2
2	(65,80]	344	208	60.5
3	(80,96]	217	132	60.8
TOTAL	(48,96]	746	444	59.5

$$X^2_c = 1.12NS$$

Cuadro 8. Resultados de la influencia de HDU sobre la fertilidad en la categoría vaquillas.

AMB	H.R (%)	I.A.	+	T de C (%)
1	(37,55]	150	84	56.0
2	(55,75]	431	256	59.4
3	(75,94]	167	106	63.5
TOTAL	(37,94]	748	446	59.6

$$X^2_c = 1.86NS$$

<sup>1</sup> Ver clave de cuadros en Anexo 1.

### 4.3. INFLUENCIA DE TEMPERATURA SOBRE LA FERTILIDAD DE VACAS.

#### 4.3.1. Influencia de TMX en vacas.

El Cuadro 9 presenta los resultados de la influencia de la temperatura máxima del día de inseminación sobre la tasa de concepción en la categoría vacas. El valor calculado de Chi Cuadrado mediante la prueba de independencia resultó no significativo ( $\alpha = 0.10$ ) indicando la independencia entre TMX y la tasa de concepción.

Estos resultados son similares a los obtenidos por Pournaid *et al.* (1986), en ganado Cebú sobre la no afectación de la reproducción por la temperatura ambiental, pero contrastan con los obtenidos en esta categoría por Gwasdauskas *et al.* (1975) quienes trabajando con ganado lechero encontraron que la temperatura máxima del día de inseminación estaba relacionada con la tasa de concepción, si bien estos demostraron que esta tasa de concepción está mejor relacionada con la temperatura del día siguiente al de la inseminación.

Cuadro 9. Resultados de la influencia de TMX sobre la fertilidad en la categoría vacas.

AMB	TEM(°C)	I.A.	+	T de C (%)
1	[27.0,30.0]	99	35	35.4
2	(30.0,32.5]	642	218	34.0
3	(32.5,35.0]	617	232	37.6
4	(35.0,37.5]	174	70	40.2
TOTAL	[27.0,37.5]	1532	555	36.2

$$X^2_c = 3.18NS$$

#### 4.3.2. Influencia de TMN en vacas.

Los resultados de la influencia de la temperatura mínima del día de inseminación (TMN) son presentados en los Cuadros 10a y 10b.

La prueba de independencia indica la relación real TMN - tasa de concepción ( $\alpha = 0.10$ ) para la categoría vacas.

Los ambientes más favorables desde el punto de vista de la fertilidad de las vacas son los ambientes 1 y 4 correspondiente al de menor ( $17 - 20^{\circ}\text{C}$ ) y mayor ( $25 - 27.5^{\circ}\text{C}$ ) rango de TMN respectivamente. Luego tenemos el ambiente 2 que si bien no difiere estadísticamente ( $\alpha = 0.10$ ) con el ambiente 4 si es superado por el ambiente 1 ( $\alpha = 0.10$ ). El ambiente 3 no difiere ( $\alpha = 0.10$ ) con el ambiente 2 pero es superado por los ambientes 1 y 4 ( $\alpha = 0.05$  y  $\alpha = 0.10$  respectivamente).

Lo anterior sugiere que la relación TMN - tasa de concepción describe una curva parabólica abierta hacia arriba, en la que resultan beneficiosos los valores extremos de TMN, sin embargo esta tendencia no está del todo clara o al menos la influencia de TMN no es lo suficientemente fuerte como para establecer claramente dicha tendencia en el rango estudiado.

Los resultados anteriores coinciden en principio con aquellos de Gwasdauskas *et al.* (1975), sobre la relación real entre temperatura mínima del día de inseminación y la tasa de concepción, sin embargo estos investigadores no encontraron diferencias entre rango, lo cual puede ser interpretado como una influencia débil, aunque real, de TMN.

**Cuadro 10a. Resultados de la influencia de TMN sobre la fertilidad en la categoría vacas.**

AMB	TEM(°C)	I.A.	+	T de C (%)
1	[17.0,20.0)	69	33	47.8
2	[20.0,22.5)	471	169	35.9
3	[22.5,25.0)	858	297	34.6
4	[25.0,27.5)	109	47	43.1
TOTAL	[17.0,27.5)	1507	546	36.2

$$X^2_c = 7.25*$$

**Cuadro 10b. Resultados de la prueba de proporciones de Z entre los diferentes ambientes identificados en el Cuadro 10a.**

AMB	1	2	3	4
1	-	*	**	N.S.
2	*	-	N.S	N.S.
3	**	N.S	-	*
4	N.S	N.S	*	-

Estudios mayores a los planteados originalmente en este trabajo son necesarios para obtener la trayectoria real o curva de mejor ajuste de comportamiento de las tasas de concepción bajo la influencia de TMN.

Estos resultados también coinciden en principio con lo reportado por Thatcher y Collier (1986) sobre el trabajo del verano de Israel indicando una relación real TMN - tasa de concepción, siendo esta relación de carácter negativa.

El análisis de regresión lineal TMN - tasa de concepción indican un bajo nivel de ajuste a la curva lineal con  $R^2 = 0.37$ . Mayores datos sobre este análisis se muestran en el Cuadro 22.

#### 4.3.3. Influencia de TDA en vacas.

En el Cuadro 11a y 11b se presentan los resultados de la Influencia de la Temperatura Promedio del día de inseminación sobre la tasa de concepción en la categoría vacas. La prueba de independencia indica una relación altamente significativa ( $\alpha = 0.01$ ) de TDA - tasa de concepción.

Las pruebas de proporciones de Z indica que el ambiente 3, con una tasa de concepción de 47.4% y conteniendo los valores más altos de TDA (24 - 31.5°C) es significativamente superior ( $\alpha = 0.01$ ) a los ambientes 1 y 2, los cuales no difieren significativamente entre si ( $\alpha = 0.10$ ).

Las tasas de concepción obtenidas en los ambientes 1 y 2 que incluyen temperaturas promedios desde 24 hasta 29°C están entre 34 y 35%, sin embargo con temperaturas superiores a los 29°C la tasa de concepción sube hasta alcanzar el 47% indicando una relación positiva TDA - tasa de concepción.

Estos resultados contrastan con las afirmaciones de la mayoría de los autores, entre los que podemos citar a Bonachea (1981) y Thatcher y Collier (1986) refiriéndose a la categoría vacas, y se asemejan más bien al comportamiento de las vaquillas del hato de la Florida reportado por estos últimos.

Cuadro 11a. Resultados de la influencia de TDA sobre la fertilidad en la categoría vacas.

AMB	TEM(°C)	I.A.	+	T de C (%)
1	(24.0,26.5]	499	170	34.1
2	(26.5,29.0]	797	277	34.8
3	(29.0,31.5]	213	101	47.4
TOTAL	(24.0,31.5]	1509	548	36.3

$$X^2_c = 13.28***$$

Cuadro 11b. Resultados de la prueba de proporciones de Z entre los diferentes ambientes identificados en el Cuadro 11a.

AMB	1	2	3
1	-	N.S	***
2	N.S	-	***
3	***	***	-

Tal como lo aclaran Thatcher y Collier (1986) sobre el caso de las vaquillas, lo anterior sólo puede indicar que este ható posee un nivel crítico de temperatura ambiental más elevado y no implica necesariamente que este ganado no sea sensible al estrés térmico.

Los resultados del análisis de regresión lineal muestran un bajo nivel de ajuste a la curva lineal ( $R^2 = 0.32$ ). Los datos son presentados en el Cuadro 22.

#### 4.3.4. Influencia de TDU en vacas.

Los resultados de la influencia de la Temperatura Promedia Diurna del día de inseminación (TDU) en vacas son presentados en el Cuadro 12a y 12b. La prueba de independencia indica una relación altamente significativa ( $\alpha = 0.01$ ) de esta variable con la tasa de concepción en la categoría vacas.

De acuerdo con las pruebas de proporciones los ambientes 1, 2 y 3 en los que se alcanzaron tasas de concepción de 36, 35 y 34% (ver Cuadro 12b) no presentan diferencias significativas entre sí. Estos ambientes representan los tres niveles más bajos de TDU, con temperaturas diurnas no mayores de 31°C.

En el ambiente 4 con valores de TDU de 31 - 33.5°C alcanzó la mayor tasa de concepción correspondiente a 46.5%. El análisis estadístico (prueba de proporciones) indica que éste difiere significativamente de los ambientes 3 y 2 con  $\alpha = 0.01$  y con el ambiente 1 ( $\alpha = 0.10$ ) convirtiéndose en el ambiente más favorable desde el punto de vista de la fertilidad. Estos resultados se asemejan a los encontrados con TDA en donde el ambiente con mayor temperatura resulta con una significativamente mayor tasa de concepción.

Al igual que en el caso de las variables estudiadas anteriormente el análisis de regresión TDU - tasa de concepción muestra un bajo nivel de ajuste lineal ( $R^2 = 0.40$ ). Los datos de este análisis se presentan el Cuadro 22.

Cuadro 12a. Resultados de la influencia de TDU sobre la fertilidad en la categoría vacas.

AMB	TEM(°C)	I.A.	+	T de C (%)
1	(24.0,27.0]	97	35	36.1
2	(27.0,29.0]	588	208	35.0
3	(29.0,31.0]	615	208	33.8
4	(31.0,33.5]	213	99	46.5
TOTAL	(24.0,33.5]	1513	548	36.2

$$X^2_c = 11.59***$$

Cuadro 12b. Resultados de las pruebas de proporciones de Z entre los diferentes ambientes identificados en el Cuadro 12a.

AMB	1	2	3	4
1	-	N.S	N.S	*
2	N.S	-	N.S	***
3	N.S	N.S	-	***
4	*	***	***	-

#### 4.4. INFLUENCIA DE HUMEDAD RELATIVA SOBRE LA FERTILIDAD DE VACAS.

##### 4.4.1. Influencia de HMX en vacas.

El Cuadro 13a muestra los resultados de la influencia de la Humedad Relativa Máxima del día de inseminación (HMX) sobre la tasa de concepción en la categoría vacas.

Se estudió un total de 1,516 inseminaciones realizadas bajo tres niveles diferentes de humedades relativas máximas obteniéndose tasas de concepción de 49.3% para el nivel más bajo de HMX, y de 32.6% para el nivel más alto (ver Cuadro 13a).

De acuerdo con la prueba de independencia se encontró una relación altamente significativa ( $\alpha = 0.01$ ) entre HMX y la tasa de concepción.

Cuadro 13a. Resultados de la influencia de HMX sobre la fertilidad en la categoría vacas.

AMB	H.R (%)	I.A.	+	T de C (%)
1	(67,80]	142	70	49.3
2	(80,90]	425	174	40.9
3	(90,100]	949	309	32.6
<b>TOTAL</b>	<b>(67,100]</b>	<b>1516</b>	<b>553</b>	<b>36.5</b>

$$X^2_c = 20.01***$$

Cuadro 13b. Resultados de las pruebas de proporciones de Z entre los diferentes ambientes identificados en el Cuadro 13a.

AMB	1	2	3
1	-	*	***
2	*	-	***
3	***	***	-

Según los resultados obtenidos en las pruebas de proporciones de Z que son mostrados en el Cuadro 13b, el

ambiente 1 con una tasa de concepción de 49.3% es significativamente diferente (superior) al ambiente 2 ( $\alpha = 0.10$ ) y al ambiente 3 ( $\alpha = 0.01$ ). El ambiente 2 con una tasa de concepción de 40.9% también difiere significativamente ( $\alpha = 0.10$ ) con el ambiente 3, el de mayor humedad y que alcanzó sólo un 32.6% de concepción.

Resumiendo lo anterior tenemos que mientras HMX aumenta en tres niveles desde 67 hasta 100%, la tasa de concepción disminuye desde un 49.3% hasta un 32.9% pasando por un 40.9% en el nivel medio. Esto coincide con las observaciones de Bonachea (1981) quien afirma que valores altos de humedad relativa influyen desfavorablemente en la fecundidad de la hembra Holstein. Coincide también con Scott y Williams citados por Vandeplassche (1984) cuando dicen que la inseminación de vacas de razas europeas puede verse imposibilitada durante los meses en que la humedad y la temperatura sobrepasan determinados umbrales, debido a la mortalidad embrionaria.

El análisis de regresión (Cuadro 22) da un buen ajuste lineal con un  $R^2 = 0.96$  y un coeficiente de correlación de  $-0.86$ .

#### 4.4.2. Influencia de HMN en vacas.

Las tasas de concepción alcanzadas y demás datos sobre la influencia de la humedad relativa mínima del día de inseminación (TMN) en la categoría vacas se muestran en el Cuadro 14a, incluyendo los resultados de la prueba de independencia que indican una relación real y altamente significativa ( $\alpha = 0.01$ ) y los resultados de la prueba de proporciones (Cuadro 14b).

El ambiente con humedades relativas mínimas diarias de 25 a 40% obtuvo la mayor tasa de concepción con un 47.2% difiriendo significativamente con aquellas alcanzadas en los ambientes 2 y 3 ( $\alpha = 0.01$ ) con mayores valores para HMN (ver Cuadro 14a). Las vacas inseminadas bajo los ambientes 2 y 3 con rangos de HMN de 40 - 60% y 60 - 80% respectivamente obtuvieron bajas tasas de concepción, 34.9% y 31.6%, sin haber diferencias significativas ( $\alpha = 0.10$ ) entre ellas.

**Cuadro 14a. Resultados de la influencia de HMN sobre la fertilidad en la categoría vacas.**

AMB	H.R (%)	I.A.	+	T de C (%)
1	(25,40]	269	127	47.2
2	(40,60]	874	305	34.9
3	(60,80]	383	121	31.6
TOTAL	(25,80]	1526	553	36.2

$$X^2_c = 18.28***$$

**Cuadro 14b. Resultados de las pruebas de proporciones de Z entre los diferentes ambientes identificados en el Cuadro 14a.**

AMB	1	2	3
1	-	***	***
2	***	-	N.S.
3	***	N.S.	-

Lo anterior nos indica una relación negativa HMN - tasa de concepción para la categoría vacas. De acuerdo con estos resultados valores de HMN mayores de 40% hacen caer las tasas de concepción.

El ajuste a la curva lineal según el análisis de regresión para HMN - tasa de concepción es muy bajo:  $R^2 = 0.20$ . Mayor información aparece en el Cuadro 22.

#### 4.4.3. Influencia de HDA en vacas.

El Cuadro 15a muestra los resultados de 1,505 inseminaciones realizadas bajo 3 diferentes niveles (ambientes) de HDA (humedad relativa promedio del día de inseminación). Los resultados muestran un decrecimiento de las tasas de concepción conforme aumentan los valores de humedad.

Cuadro 15a. Resultados de la influencia de HDA sobre la fertilidad en la categoría vacas.

AMB	H.R (%)	I.A.	+	T de C (%)
1	(48,65]	348	162	46.6
2	(65,80]	703	250	35.6
3	(80,96]	454	135	29.7
TOTAL	(48,96]	1505	547	36.3

$$\chi^2_c = 24.43***$$

Cuadro 15b. Resultados de las pruebas de proporciones de Z entre los diferentes ambientes identificados en el Cuadro 15a.

AMB	1	2	3
1	-	***	***
2	***	-	**
3	***	**	-

La prueba de independencia de Chi-Cuadrado indica una relación real y altamente significativa ( $\alpha = 0.01$ ) para HDA - tasa de concepción en la categoría vacas, y según las pruebas de proporciones (en Cuadro 15b) los resultados obtenidos en cada uno de los ambientes difieren con todos y cada uno de los restantes.

Las vacas inseminadas bajo el ambiente 1 con valores de HDA menores de 55% obtuvieron la mejor tasa de concepción (48%) significativamente superior ( $\alpha = 0.01$ ) a la tasa de concepción obtenida bajo el ambiente 2 que fue de 35.1% e igualmente diferente ( $\alpha = 0.01$ ) con aquella obtenida bajo el ambiente 3 que fue de un 31.3%. Los ambientes 2 y 3 también difieren significativamente entre sí ( $\alpha = 0.05$ ).

Todo lo anterior nos indica una clara relación negativa entre HDA y la fertilidad de las vacas, coincidiendo con los resultados de Bonachea (1981).

El análisis de regresión lineal indica una relación negativa, con un  $b = -0.51$  y un  $R^2$  de 0.89 (ver Cuadro 22).

#### 4.4.4. Influencia de HDU en vacas.

El Cuadro 16a muestra los resultados de las inseminaciones realizadas en vacas bajo diferentes ambientes de humedad relativa promedio diurna del día de inseminación, HDU.

La prueba de independencia indica una relación real y altamente significativa ( $\alpha = 0.01$ ) entre HDU y la tasa de concepción.

El mejor ambiente, según la prueba de proporciones de Z, es el ambiente 1 con HDU menores de 55% (ver Cuadro 16b) y significativamente diferente (superior) a los Ambientes 2 y 3, ambos con  $\alpha = 0.01$ .

Cuadro 16a. Resultados de la influencia de HDU sobre la fertilidad en la categoría vacas.

AMB	H.R (%)	I.A.	+	T de C (%)
1	(37,55]	285	131	46.0
2	(55,75]	884	310	35.1
3	(75,94]	342	107	31.3
TOTAL	(37,94]	1511	548	36.3

$$X^2_c = 15.82***$$

Cuadro 16b. Resultados de las pruebas de proporciones de Z entre los diferentes ambientes identificados en el Cuadro 16a.

AMB	1	2	3
1	-	***	***
2	***	-	N.S
3	***	N.S	-

Los ambientes 2 y 3 con tasas de concepción de 35.1 y 31.3% no difieren significativamente entre sí ( $\alpha = 0.10$ ).

Como vemos existe una relación inversa HDU - tasa de concepción, al igual que en el caso de las variables de humedad que estudiamos anteriormente (HMX, HMN, HDA).

El análisis de Regresión para HDU - tasa de concepción da un  $b = -0.40$  con  $R^2$  de 0.77. Los datos se presentan en el Cuadro 22.

#### 4.5. INFLUENCIA COMBINADA DE HUMEDAD Y TEMPERATURA SOBRE LA FERTILIDAD.

##### 4.5.1. Influencia de TMX-HMX en vaquillas.

El Cuadro 17 muestra los resultados de las inseminaciones realizadas bajo diferentes ambientes de TMX - HMX en vaquillas. De acuerdo con los resultados de la prueba de independencia no existen diferencias significativas ( $\alpha = 0.10$ ) entre estos ambientes lo que indica la no influencia de estas variables.

Cuadro 17. Resultados de la Influencia de TMX-HMX sobre la fertilidad en la categoría vaquillas.

AMB	TEM(°C)	H.R (%)	I.A.	+	T de C (%)
1	(27,31]	(67,80]	3	1	33.3
2	"	(80,90]	14	6	42.9
3	"	(90,100]	116	74	63.6
4	(31,34]	(67,80]	21	9	42.9
5	"	(80,90]	117	62	53.0
6	"	(90,100]	298	180	60.4
7	(34,37.5]	(67,80]	52	34	65.4
8	"	(80,90]	78	44	56.4
9	"	(90,100]	56	39	69.6
<b>TOTAL</b>	<b>(27,37.5]</b>	<b>(67,100]</b>	<b>755</b>	<b>449</b>	<b>59.5</b>

$$X^2_c = 11.36^{NS}$$

Puesto que ninguno de los ambientes difieren, significa que no hay influencia de HMX a ningún nivel de TMX (ver análisis de la influencia de TMX - HMX en la

categoria vacas) y por tanto podemos afirmar que la posible influencia significativa de HMX vista anteriormente ha sido debida muy posiblemente a la interacción de otra variable.

#### 4.5.2. Influencia de TMX-HMX en vacas.

Los resultados de influencia combinada de la temperatura máxima (TMX) y la humedad máxima (HMX) del día de inseminación se presentan en los Cuadros 18a y 18b. La prueba de independencia indica una influencia real ( $\alpha = 0.01$ ) de la combinación de estas variables sobre la tasa de concepción en la categoría vacas.

De acuerdo con los resultados de las pruebas de proporciones los mejores ambientes corresponden a los ambientes 4, 7 y 8 cuyas tasas de concepción no son superadas por ninguno de los otros ambientes. El peor ambiente es el ambiente 6 superado por casi todos los ambientes a excepción del ambiente 9 que obviamente es también un ambiente adverso a la fertilidad de las vacas. No se incluye en este análisis de los mejores y peores ambientes a los ambientes 1 y 2 debido a su bajo número de inseminaciones que le restan validez a las pruebas de proporciones de 2 en que participan.

Analizando primeramente la influencia de HMX a niveles constantes de TMX podemos observar a primera vista que para todos los niveles de TMX un incremento escalonado de HMX (en tres niveles) produce un descenso en la tasa de concepción obtenida.

Así vemos que para el nivel más bajo de TMX comprendido por los ambientes 1, 2 y 3, todos con valores

de TMX correspondientes a 27 - 31°C, conforme la humedad maxima aumenta las tasas de concepción descienden desde un 62% hasta un 39% (ver Cuadro 18a). El mismo fenómeno se observa con los ambientes 4, 5 y 6 que corresponden a los valores medios de TMX y con los ambientes 7, 8 y 9 correspondientes a los valores altos de TMX.

A pesar de lo anterior, esta aparente relación negativa en todos los niveles de TMX entre HMX y la tasa de concepción no puede ser demostrada en cada uno de estos niveles, debido al bajo número de inseminaciones realizadas bajo algunos ambientes, específicamente los ambientes 1 y 2, que como ya vimos, hacen menos confiables las tasas de concepción alcanzadas en dichos ambientes.

Esta relación negativa HMX - tasa de concepción sí es comprobada en los niveles medio y alta de TMX de acuerdo con los resultados de las pruebas de proporciones.

A un nivel medio de TMX (ambientes 4, 5 y 6), tenemos que los ambientes 4 y 5 no difieren significativamente entre sí ( $\alpha = 0.10$ ) pero ambos superan al ambiente 6 con  $\alpha = 0.10$ . A un nivel alto de TMX (ambientes 7, 8 y 9) encontramos que los ambientes 7 y 8 no difieren estadísticamente ( $\alpha = 0.10$ ) entre si y ambos superan al ambiente 9 con  $\alpha = 0.05$  (Cuadro 17 b).

Si ahora analizamos la influencia de TMX a niveles constantes de HMX, vemos que a un nivel bajo de HMX, comprendido por los ambientes 1, 4 y 7 no parece existir influencia significativa de TMX puesto que estos ambientes no difieren significativamente ( $\alpha = 0.10$ ) entre sí. Debemos recordar, sin embargo, que el ambiente 1 posee un

bajo número de inseminaciones que le restan méritos a los resultados de las pruebas de proporciones en que participa.

Cuadro 18a. Resultados de la influencia de TMX-HMX sobre la fertilidad en la categoría vacas.

AMB	TEM(°C)	H.R (%)	I.A.	+	T de C (%)
1	(27,31]	(67,80]	8	5	62.5
2	"	(80,90]	23	11	47.8
3	"	(90,100]	231	91	39.4
4	(31,34]	(67,80]	45	19	42.2
5	"	(80,90]	230	82	35.7
6	"	(90,100]	592	174	29.4
7	(34,37.5]	(67,80]	89	46	51.7
8	"	(80,90]	169	79	46.7
9	"	(90,100]	114	39	34.2
<b>TOTAL</b>	<b>[27,37.5]</b>	<b>[67,100]</b>	<b>1501</b>	<b>546</b>	<b>36.4</b>

$$X^2_c = 34.86***$$

Cuadro 18b. Resultados de las pruebas de proporciones de Z entre los diferentes ambientes identificados en el Cuadro 18a.

AMB	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	-	N.S	N.S	N.S	N.S	**	N.S	N.S	N.S
2	N.S	-	N.S	N.S	N.S	*	N.S	N.S	N.S
3	N.S	N.S	-	N.S	N.S	***	**	N.S	N.S
4	N.S	N.S	N.S	-	N.S	*	N.S	N.S	N.S
5	N.S	N.S	N.S	N.S	-	*	***	**	N.S
6	**	*	***	*	*	-	***	***	N.S
7	N.S	N.S	**	N.S	***	***	-	N.S	**
8	N.S	N.S	N.S	N.S	**	***	N.S	-	**
9	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	**	**	-

A un nivel medio de HMX (ambiente 2, 5 y 8) un incremento en TMX, de valores medios a alto, produce un aumento significativo en la tasa de concepción: Los ambientes 5 y 8 difieren estadísticamente con  $\alpha = 0.05$  siendo el ambiente 8 el de mayor tasa de concepción. El ambiente 2 posee un bajo número de inseminaciones.

A un nivel alto de HMX (ambiente 3, 6 y 9) valores bajos de TMX son preferibles a valores medios de la misma aunque no difieren de los valores altos: el ambiente 3 es superior al ambiente 6 ( $\alpha = 0.01$ ) pero no difiere ( $\alpha = 0.10$ ) del ambiente 9 que presenta una ligera mejoría en su tasa de concepción, aunque no lo suficiente para diferir estadísticamente con éste a un  $\alpha = 0.10$ .

El análisis de Regresión Lineal Múltiple nos da la siguiente ecuación:

$$T \text{ de } C (\%) = 101.75 - 0.23 \text{ TMX} - 0.62 \text{ HMX},$$

con  $R^2 = 0.51$  (ver datos en el Cuadro 22).

#### 4.5.3. Influencia de TMN-HMN en vacas.

Los resultados de la influencia combinada de la temperatura mínima (TMN) y la humedad relativa mínima (HMN) del día de inseminación se presentan en el Cuadro 19a. La prueba de independencia indica una influencia real de TMN - HMN sobre la tasa de concepción en esta categoría.

Según los resultados de las pruebas de proporciones presentadas en el Cuadro 19b podemos agrupar los ambientes en cuatro niveles jerárquicos, desde más favorable hasta el menos favorable para la fertilidad de las vacas. En

un primer nivel tenemos los ambientes 1 y 4 donde se obtuvieron las mayores tasas de concepción y no superados por ningún ambiente; en un segundo nivel tenemos los ambientes 7 y 8 que no difieren significativamente con los del primer nivel pero que tampoco difieren con el ambiente 9 que se sitúa en el tercer nivel; el cuarto nivel corresponde a los ambientes 5 y 6 superados por los ambientes de los primeros dos niveles.

Con fines prácticos podemos agrupar estos ambientes en superiores correspondientes a los ambientes 2, 4, 7 y 8 (no superados por ningún ambiente) e inferiores correspondiente a los ambientes 5 y 6. El ambiente 9 ocuparía un lugar intermedio ya que aunque no difiere con los ambientes inferiores tampoco difiere con dos de los ambientes superiores: los ambientes 7 y 8. No se incluye en este análisis al ambiente 2 debido a su reducido número de inseminaciones.

De los resultados de la prueba de proporciones se desprende que a niveles bajo ( $17 - 21^{\circ}\text{C}$ ) y medio ( $21 - 24^{\circ}\text{C}$ ) de TMN valores medios y altos de HMX producen una caída significativa en la tasa de concepción. Así vemos que el ambiente 1 es superior ( $\alpha = 0.05$ ) al ambiente 2. El ambiente 3 posee un número muy reducido de inseminaciones (solamente cinco) que invalidan los resultados de la pruebas de proporciones en que participa. Los ambientes 1, 2 y 3 corresponden al nivel bajo de TMN.

El nivel medio de TMN está formado por los ambientes 4, 5 y 6. El ambiente 4 con una tasa del 47% difiere estadísticamente del ambiente 5 con sólo 32.7% de tasa de concepción. Los ambientes 4 y 5 no difieren entre sí ( $\alpha = 0.10$ ).

Cuadro 19a. Resultados de la influencia de TMN-HMN sobre la fertilidad en la categoría vacas.

AMB	TEM(°C)	H.R (%)	I.A.	+	T de C (%)
1	(17,21]	(25,40]	48	25	52.1
2	"	(40,60]	144	50	34.7
3	"	(60,80]	5	1	20.0
4	(21,24]	(25,40]	151	71	47.0
5	"	(40,60]	508	166	32.7
6	"	(60,80]	312	100	32.1
7	(24,27.5]	(25,40]	64	29	45.3
8	"	(40,60]	195	77	39.5
9	"	(60,80]	64	20	31.3
<b>TOTAL</b>	<b>(17,27.5]</b>	<b>(25,80]</b>	<b>1491</b>	<b>539</b>	<b>36.2</b>

$$X^2_c = 22.6***$$

Cuadro 19b. Resultados de las pruebas de proporciones de Z entre los diferentes ambientes identificados en el Cuadro 19a.

AMB	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	-	**	N.S	N.S	***	***	N.S	N.S	**
2	**	-	N.S	**	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
3	N.S	N.S	-	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
4	N.S	**	N.S	-	***	***	N.S	N.S	**
5	***	N.S	N.S	***	-	N.S	**	*	N.S
6	***	N.S	N.S	***	N.S	-	**	*	N.S
7	N.S	N.S	N.S	N.S	**	**	-	N.S	N.S
8	N.S	N.S	N.S	N.S	*	*	N.S	-	N.S
9	**	N.S	N.S	**	N.S	N.S	N.S	N.S	-

A un nivel alto de TMN incrementos en HMN dentro del rango estudiado no producen diferencias significativas sobre las tasas de concepción: Los ambientes 7, 8 y 9 no poseen diferencias entre sí ( $\alpha = 0.10$ ) de acuerdo a los resultados de las pruebas de proporciones presentadas en el Cuadro 18b. Tampoco hay diferencias variando HMN a un nivel alto de TMN (ambiente 3, 6 y 9), sin embargo a juzgar por las tasas de concepción obtenidas aquí y a los resultados del estudio individual de TMN y HMN son preferible valores altos de TMN a valores altos de HMN, dentro del rango estudiado en el presente trabajo.

A un nivel bajo de HMN una variación en TMN no produce diferencias significativas ( $\alpha = 0.10$ ) como puede verse en los resultados de las pruebas entre los ambientes 1, 4 y 7.

A un nivel medio de HMN valores altos de TMN parecen beneficiar la tasa de concepción con respecto a valores medios de TMN: el ambiente 8 es superior al ambiente 5 ( $\alpha = 0.10$ ), aunque valores altos y bajos no difieren entres sí: ambiente 8 no difiere ( $\alpha = 0.10$ ) del ambiente 2. Tampoco difieren los ambientes 2 y 5 ( $\alpha = 10$ ). Aquí es importante hacer notar que si hacemos nuestro análisis a un  $\alpha = 0.05$  no encontramos diferencias significativas en este nivel, al igual que lo encontrado en los otros de niveles (bajo y alto) de HMN.

Considerando lo anterior podemos resumir que la influencia de TMX - HMX sobre la tasa de concepción en vacas se debe principalmente a la influencia de HMX, en donde valores bajos de esta variable son preferibles a los valores altos y medios de la misma. El Análisis de Regresión Lineal Múltiple arroja la siguiente ecuación:

$T \text{ de } C (\%) = 61.76 - 0.03 \text{ TMN} - 0.45 \text{ HMN}$  con un  $R^2 = 0.79$  (Ver Cuadro 22).

#### 4.5.4. Influencia de TDA-HDA en vacas.

El Cuadro 20a presenta la influencia combinada de la temperatura promedio del día de inseminación (TDA) y la humedad relativa promedio del día de inseminación sobre la tasa de concepción de las vacas. De acuerdo a la prueba de independencia existe una influencia real y muy significativa ( $\alpha = 0.05$ ) de TDA - HDA sobre la tasa de concepción de las vacas.

Según los resultados obtenidos en las pruebas de proporciones de 2 que son presentados en el Cuadro 20b y las tasas de concepción alcanzadas en cada ambiente, los ambientes superiores son los números 1, 7 y 8 no superados por ningún otro ambiente. Los ambientes inferiores corresponden a los ambientes 2, 3, 5 y 6. El ambiente 4, solamente superado por el ambiente 1, no difiere con los ambientes 7 y 8, y de acuerdo a la tasa de concepción alcanzada puede ser considerado un ambiente benévolo para con la fertilidad de las vacas en relación a las obtenidas en este trabajo.

A un nivel bajo de temperatura (TDA) un incremento de la humedad (HDA) produce una caída en la tasa de concepción. Esto se puede ver con los resultados de la prueba de proporciones entre los ambientes 1, 2 y 3 que forman el nivel bajo de TDA con valores de 24 - 26.5°C. De acuerdo a estos resultados el ambiente 1 es superior a los ambientes 2 y 3, ambos con  $\alpha = 0.01$ .

En un nivel medio de TDA, formado por los ambientes 4, 5 y 6, también un aumento en HDA produce una caída en la tasa de concepción, aunque quizás el punto de inflexión de la curva está un poco más alto, pues ahora parece ser con valores de HDA superiores al 80% y en el primer caso con valores superiores al 65%. En este caso los ambientes 4 y 5 no difieren significativamente ( $\alpha = 0.10$ ) entre sí, pero ambos superan al ambiente 6 difiriendo con  $\alpha = 0.01$  y  $\alpha = 0.10$  respectivamente.

Lo anterior pareciera indicar que un aumento en la temperatura disminuye la susceptibilidad de las vacas a la humedad relativa. Esta tendencia no puede ser confirmada ni rechazada a un nivel alto de TDA (ambiente 7, 8 y 9) donde al igual que en el caso del nivel medio de TDA no hay diferencias significativas ( $\alpha = 0.10$ ) entre los ambientes con valores bajos y medios de HDA (los ambientes 7 y 8), pero estos no pueden ser comparados con el ambiente 9 puesto que en dicho ambiente no se realizaron inseminaciones.

A un nivel bajo, de HDA (ambiente 1, 4 y 7) un pequeño incremento en la temperatura (de nivel bajo a medio) baja significativamente la tasa de concepción, aún cuando ambas tasas de concepción son relativamente altas. Estos son los resultados obtenidos con los ambientes 1 y 4 con tasas de concepción de 57.1% y 42.5% respectivamente (ver Cuadro 20a). Si se aumenta TDA a un nivel alto (ambiente 7) se da un pequeño incremento en la tasa de concepción que si bien no lo hace significativamente diferente con el ambiente 4 ( $\alpha = 0.10$ ) tampoco lo vuelve diferente al ambiente 1 ( $\alpha = 0.10$ ). Aún cuando existen diferencias significativas entre dos de estos ambientes (1 y 4) está claro que las tasas de concepción obtenidas todas con un nivel bajo de HDA, son altas en relación con

Los nueve ambientes considerados. Al parecer los valores medios de TDA son los más perjudiciales a la fertilidad de las vacas a este nivel de HDA.

Cuadro 20a. Resultados de la influencia de TDA-HDA sobre la fertilidad en la categoría vacas.<sup>1</sup>

AMB	TEM(°C)	H.R (%)	I.A.	+	T de C (%)
1	(24,26.5]	(48,65]	42	24	57.1
2	"	(65,80]	173	57	32.9
3	"	(80,96]	283	89	31.4
4	(26.5,29]	(48,65]	153	65	42.5
5	"	(65,80]	470	165	35.1
6	"	(80,96]	171	46	26.9
7	(29,31.5]	(48,65]	153	73	47.7
8	"	(65,80]	60	28	46.7
9	"	(80,96]	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>(24,31.5]</b>	<b>(48,96]</b>	<b>1505</b>	<b>547</b>	<b>36.3</b>

$$X^2_c = 32.3***$$

Cuadro 20b. Resultados de las pruebas de proporciones de Z entre los diferentes ambientes identificados en el Cuadro 20a.

AMB	1	2	3	4	5	6	7	8
1	-	***	***	*	***	***	N.S	N.S
2	***	-	N.S	*	N.S	N.S	***	*
3	***	N.S	-	**	N.S	N.S	***	**
4	*	*	**	-	N.S	***	N.S	N.S
5	***	N.S	N.S	N.S	-	*	***	*
6	***	N.S	N.S	***	*	-	***	***
7	N.S	***	***	N.S	***	***	-	N.S
8	N.S	*	**	N.S	*	***	N.S	-

<sup>1</sup> Ver clave de cuadros en Anexo 1.

A un nivel medio de HDA (ambiente 2, 5 y 8) los valores alto de TDA parecen favorecer la tasa de concepción con respecto a los valores medios y bajos TDA. Esto lo demuestra el hecho de que el ambiente 8 es superior estadísticamente a los ambientes 5 y 2 ( $\alpha$  0.10). Los ambientes 2 y 5 no difieren estadísticamente ( $\alpha$  0.10).

A un nivel alto de HDA (ambiente 3, 6 y 9) no hay diferencia significativas en las tasas de concepción al variar TDA de un nivel bajo a medio, ya que como vemos en la comparación de los ambiente 3 y 6 estos no difieren significativamente entre sí ( $\alpha = 0.10$ ). El ambiente 9 como ya dijimos anteriormente no presenta inseminaciones, lo que imposibilita su comparación con los otro ambientes.

De todo lo anterior podemos resumir que las mejores tasas de concepción se obtienen con humedad relativa (HDA) medias y/o bajas y con valores altos de TDA. Aunque claramente la mayor influencia es ejercida por HDA (una influencia negativa) un incremento en TDA pareciera indicar la tendencia a disminuir los efectos de HDA aunque esta tendencia no se muestra claramente definida.

El análisis de Regresión Múltiple nos da la siguiente ecuación:

$T \text{ de } C (\%) = 80.19 + 0.16 \text{ TDA} - 0.63 \text{ HDA}$ , con un nivel de ajuste dado por  $R^2 = 0.68$ . Mayores detalles aparecen en el Cuadro 22.

#### 4.5.5. Influencia de TDU-HDU en vacas.

El Cuadro 21a presenta los resultados de las inseminaciones realizadas bajo la influencia combinada de temperatura promedio diurna (TDU) y la humedad relativa promedio diurna (HDU), ambas del día de inseminación, sobre la tasa de concepción en la categoría vacas. La prueba de independencia de Chi Cuadrado indica que esta influencia es real con un nivel de significación del 95% ( $\alpha = 0.05$ ). Los resultados de la prueba de proporciones se presentan en el Cuadro 21b.

De acuerdo a las tasas de concepción obtenidas en cada uno de los ambientes y a los resultados de sus comparaciones mediante la prueba de proporciones de 2 los ambientes superiores son los números 2, 4 y 7; los ambientes inferiores corresponden a los números 3, 5 y 6. El ambiente 8 solamente difiere con el ambiente 6, siendo superior a éste, por lo que ocupa un lugar intermedio.

Debido al bajo número de inseminaciones realizadas en el ambiente 1 no lo hemos incluido en la jerarquización de los ambientes.

Analizando la influencia de HDU a un nivel bajo de TDU (ambiente 1, 2 y 3) se encuentra una relación negativa de HDU con la tasa de concepción. Así vemos que con valores de HDU mayores de 75% se produce una caída significativa en las tasas de concepción: Los ambientes 1 y 2 no difieren significativamente entre sí ( $\alpha = 0.10$ ), pero ambos superan al ambiente 3 que posee humedades relativas del 75 - 94%, con  $\alpha = 0.10$  y  $\alpha = 0.05$  respectivamente. (Nota: Debemos observar que el ambiente 1 posee solamente 4 inseminaciones realizadas).

Cuadro 21a. Resultados de la influencia de TDU-HDU sobre la fertilidad en la categoría vacas.<sup>1</sup>

AMB	TEM(°C)	H.R (%)	I.A.	+	T de C (%)
1	(24,27.5]	(37,55]	4	3	75.0
2	"	(55,75]	31	17	54.8
3	"	(75,94]	137	44	32.1
4	(27.5,30.5]	(37,55]	105	49	46.7
5	"	(55,75]	695	230	33.1
6	"	(75,94]	205	63	30.7
7	(30.5,33.5]	(37,55]	176	79	44.9
8	"	(55,75]	158	63	39.9
9	"	(75,94]	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>(24,33.5]</b>	<b>(37,94]</b>	<b>1511</b>	<b>548</b>	<b>36.3</b>

$$X^2_c = 25.4^{***}$$

Cuadro 21b. Resultados de las pruebas de proporciones de Z entre los diferentes ambientes identificados en el Cuadro 21a.

AMB	1	2	3	4	5	6	7	8
1	-	N.S	*	N.S	*	*	N.S	N.S
2	N.S	-	**	N.S	**	***	N.S	N.S
3	*	**	-	**	N.S	N.S	**	N.S
4	N.S	N.S	**	-	***	***	N.S	N.S
5	*	**	N.S	***	-	N.S	***	N.S
6	*	***	N.S	***	N.S	-	***	*
7	N.S	N.S	**	N.S	***	***	-	N.S
8	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	*	N.S	-

<sup>1</sup> Ver clave de cuadros en Anexo 1.

A un nivel medio de TDU un incremento de TDU (ambientes 4, 5 y 6) produce un descenso en las tasas de concepción, aunque ahora el punto de inflexión parece ser a un 55% de HDU: Los ambientes 5 y 6 con bajas tasas de concepción no difieren entre sí ( $\alpha = 0.10$ ), pero ambos son superados por el ambiente 4 con una tasa de concepción de 46.7% con  $\alpha = 0.01$  en ambos casos.

Los ambientes 7 y 8 no poseen diferencias significativas entre sí ( $\alpha = 0.10$ ). Estos ambientes pertenecen, junto al ambiente 9, a un nivel alto de TDU, sin embargo este último no presenta inseminaciones de modo que no puede ser comparado con los de los otros ambientes.

Analizando ahora la influencia de TDU a diferentes niveles de HDU nos encontramos que con un nivel bajo de HDU (ambientes 1, 4 y 7) no parece haber influencia de TDU: los ambientes 1, 4 y 7 no poseen diferencias significativas entre sí ( $\alpha = 0.10$ ).

A un nivel medio de HDU (ambientes 2, 5 y 8) valores bajos de TDU son más beneficiosos que los valores medios, aunque ninguno de estos difieren con los valores altos donde la tasa de concepción parece alcanzar valores intermedios. Esto puede verse según los resultados de la prueba de proporciones: El ambiente 2 difiere significativamente ( $\alpha = 0.05$ ) del ambiente 5 pero no difiere ( $\alpha = 0.10$ ) con el ambiente 8 que presenta una ligera mejoría en su tasa de concepción. El ambiente 8 no difiere estadísticamente ( $\alpha = 0.10$ ) con los ambientes 2 y 5. Los ambientes 3 y 6 no difieren significativamente entre sí a un  $\alpha = 0.10$ . Estos ambientes junto con el ambiente 9, que no presenta inseminaciones, corresponden a un nivel alto de HDU.

El análisis de Regresión Lineal Múltiple da la siguiente ecuación de la curva:

$T \text{ de } C (\%) = 126.59 - 1.81 \text{ TDU} - 0.52 \text{ HDU}$   
con un  $R^2 = 0.63$  (ver Cuadro 22 para mayores detalles).

Cuadro 22. Datos y resultados del análisis de regresión lineal (simple y múltiple) por variables.

VARIABLE	n	CONSTANTE	B		R <sup>2</sup>
			TEMP	HR	
TMN	5	79.281	-1.774	-	0.366
TDA	5	-14.758	1.906	-	0.322
TDU	5	14.674	0.772	-	0.400
HMX	5	114.543	-	-0.862	0.982
HMN	5	45.874	-	-0.153	0.199
HDA	5	74.572	-	-0.512	0.886
HDU	5	63.144	-	-0.397	0.769
TMX-HMX	8	101.749	-0.233	-0.619	0.505
TMN-HMN	8	61.762	-0.026	-0.450	0.788
TDA-HDA	8	80.185	0.156	-0.631	0.682
TDU-HDU	7	126.590	-1.807	-0.521	0.629

## V. CONCLUSIONES

## V. CONCLUSIONES

La fertilidad de las vaquillas no es afectada por ninguna de las variables estudiadas, a excepción de HMX, cuya influencia parece ser muy pequeña.

TMX ejerce poca o ninguna influencia sobre la tasa de concepción en la categoría vacas.

TMN ejerce influencia sobre la tasa de concepción de las vacas. Esta influencia parece ser pequeña y su forma de acción no está claramente definida.

TDA y TDU ejercen una influencia considerable sobre la tasa de concepción de las vacas. Los resultados sugieren que valores altos de estas variables benefician la tasa de concepción.

TDA y TDU son las variables de temperatura más relacionadas con la fertilidad de las vacas.

HMX, HMN, HDA y HDU ejercen una gran influencia sobre la tasa de concepción de las vacas. Los valores bajos de humedad relativa favorecen la fertilidad de las vacas, mientras un incremento produce una caída en las tasas de concepción.

HDA y HMX son, en el orden, las variables de humedad relativa más relacionadas con la fertilidad de las vacas.

A niveles bajos de humedad relativa la temperatura ejerce poca o ninguna influencia sobre la tasa de concepción de las vacas.

Los valores bajos de temperatura ambiental y humedad relativa benefician la fertilidad del ganado.

Los valores medios de temperatura combinados con valores medios y altos de humedad resultan muy adversos a la fertilidad de las vacas.

El efecto perjudicial del incremento de la humedad relativa es superior al efecto benéfico del incremento en la temperatura.

## VI. BIBLIOGRAFIA

## VI. BIBLIOGRAFIA.

- BARRET, M.; LARKIN, P. 1979. Producción Lechera y de carne de res en los tropicos. México, D.F., Editorial Diana. 301 p.
- BLANCO, K. A. 1971. Regionalización agrícola de Nicaragua. Tesis Mg. Sc. Turrialba, C.R., IICA-OEA. 542 P.
- BURGOS, J. 1977. El clima en la producción del ganado tropical. *In Ganadería tropical*. Buenos Aires, Arg. El Ateneo. pp 1-28.
- BONACHEA, S. 1981. Efectos de los factores climáticos sobre la fertilidad de la vaca Holstein. *Revista Cubana de Reproducción animal (Cuba)*. 7(2):49-59.
- CROWDER, L.; CHHEDA, H. 1982. Tropical Grassland Husbandry. London, Longman group. 562 p. (Tropical Agriculture Series).
- CUNLIFFE, D. 1989. Clima y ganadería lechera. *Agronoticias* 113. pp 12-14.
- FAUST, M.; McDANIEL, B.; ROBINSON, O.; BRITT, J. 1988. Environmental and Yield effects on Reproduction in Primiparous Holstein. *J. Dairy sci. (EE.UU.)*. 71:3092-3099.
- GUICHANDUT, J. 1977. Acción del medio ambiente tropical sobre los animales. *In Ganadería Tropical*. Buenos Aires, Arg. El Ateneo. pp 29-68.

- GWASDAUSKAS, F.; WILCOX, C.; THATCHER, W. 1975. Environmental and Managemental Factors Affecting Conception Rate in a Subtropical climate. *J. Dairy Sci. (EE.UU.)*. 58(1):88-92.
- HERNANDEZ, J.; ROMAN, H.; GONZALEZ, E.; CASTILLO, H. 1981. Effect of High temperatures and a Maximun Remperature-Humidity Index on Fertility of Holstein-Friesian and Bronw Swiss Cows in the Tropics. *Memoria, Asociación Latinoamericana de Producción Animal*. 16:116.
- MCDOWEL, R. 1974. El Medio Ambiente frente al hombre y sus animales. *In* Curso de Zootecnia. Zaragoza, Esp. Acribia. pp 485-500.
- MONTALDO, P. 1982. Agroecología del trópico americano. Sn. José, C.R. IICA. 208 P.
- POURNAID, G.; VERDE, O.; PIUZZI, L.; PINO, J. 1986. Algunos aspectos reproductivos en un circuito de inseminación artificial en el trópico. *Revista Facultad Ciencias Veterinarias U.C.V. (Ven.)*. 33(1-4):119-129.
- ROCHE, J. 1986. Early Embryo Loss in Cattle. *In* Current Therapy of Theriogenology 2. Philadelphia, EE.UU. Saunders. pp 200-202.
- THATCHER, W.; COLLIER, R. 1986. Effects of Climate on Bovine Reproduction. *In* Current Therapy of Theriogenology 2. Philadelphia, EE.UU. Saunders. pp 301-309.
- VANDEPLASSCHE, M. 1984. Capacidad reproductora del ganado bovino; directriz para proyectos en países en desarrollo. Roma, Ita., FAO. 198 p.

WEBSTER, C.; WILSON, P. 1980. Agriculture in the Tropics. London, G.B., Longman Group. 640 p. (Tropical Agriculture Series).

WILLIAMSON, G.; PAYNE, W. 1975. La ganaderia en regiones tropicales. Barcelona, Esp., Blume. 468p.

## VII. ANEXOS

## VII. ANEXOS

## ANEXO 1. CLAVE DE CUADROS.

CLAVE	DESCRIPCIÓN
AMB	Ambiente número.
TEM (°C)	Rango de temperatura correspondiente a cada ambiente (en grados celsius).
HR (%)	Humedad Relativa correspondiente a cada ambiente (en porcentaje).
I.A.	Número de inseminaciones totales.
+	Número de inseminaciones positivas.
T de C	Tasa de concepción (en porcentaje).
X <sup>2</sup> c	Valor obtenido mediante la prueba de independencia de CHI cuadrado (con su correspondiente nivel de significación).
N.S.	No significativo a un $\alpha \leq 0.10$
*	Significativo a un $\alpha \geq 0.10$
**	Significativo a un $\alpha \geq 0.05$
***	Significativo a un $\alpha \geq 0.01$

**ANEXO 2. MEDIAS Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN PARA LAS VARIABLES DE HUMEDAD Y TEMPERATURA.**

Variable	n	Media	C.V.
TMX	700	32.667	5.928
TMN	682	22.897	6.617
TDA	682	27.309	5.288
TDU	687	29.279	5.538
HMX	682	90.875	7.159
HMN	697	52.618	21.874
HDA	678	73.847	13.396
HDU	683	66.170	16.764

n = Número de observaciones.

C.V. = Coeficiente de variación.

ANEXO 3. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE INDEPENDENCIA DE CHI-CUADRADO POR VARIABLES Y CATEGORIAS CON SUS RESPECTIVOS NIVELES DE SIGNIFICACION.

VARIABLE	VAQUILLAS			VACAS		
	X <sup>2</sup> c	gl	N de S <sup>a</sup>	X <sup>2</sup> c	gl	N de S <sup>a</sup>
TMX	2.5700	3	NS	3.1765	3	NS
TMN	1.5296	3	NS	7.2479	3	*
TDA	3.3280	2	NS	13.2808	2	***
TDU	4.6843	3	NS	11.5947	3	***
HMX	4.6843	2	*	20.0071	2	***
HMN	0.3626	2	NS	18.2769	2	***
HDA	1.1200	2	NS	24.4286	2	***
HDU	1.8553	2	NS	15.8164	2	***
TMX-HMX <sup>1</sup>	11.3642	8	NS	34.8604	8	***
TMX-HMX <sup>2</sup>	-	-	-	32.5426	7	***
TMN-HMN <sup>3</sup>	-	-	-	22.5606	8	***
TMN-HMN <sup>4</sup>	-	-	-	21.9794	7	***
TDA-HDA	-	-	-	32.3527	7	***
TDU-HDU	-	-	-	25.4475	7	***

<sup>a</sup> N de S = Nivel de significación (ver clave de cuadro en Anexo 1)

1 Considerando todos los ambientes identificados en el Cuadro 18a.

2 Eliminando el ambiente 1 del Cuadro 18a.

3 Considerando todos los ambientes identificados en el Cuadro 19a.

4 Eliminando el ambiente 3 del Cuadro 19a.

**ANEXO 4. TASA DE CONCEPCION POR CATEGORIA DEL HATO DE ESTUDIO.**

<b>CATEGORIA</b>	<b>I. A<sup>1</sup></b>	<b>+</b>	<b>T de C</b>
<b>VAQUILLAS</b>	<b>782</b>	<b>462</b>	<b>59.08</b>
<b>VACAS</b>	<b>1637</b>	<b>596</b>	<b>36.40</b>
<b>TOTAL</b>	<b>2419</b>	<b>1058</b>	<b>43.74</b>

**1 Ver clave de cuadros en Anexo 1.**