

196A  
2Ej

INFLUENCIA DE ALGUNOS FACTORES CLIMATICOS SOBRE  
PARAMETROS FISIOLÓGICOS DE VACAS F1 Y 3/4  
( HOLSTEIN X INDOBRASIL ) EN EL TROPICO HUMEDO.

JORGE RUBIO SUAREZ

1987



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
MATERIAL Y METODOS.....	7
RESULTADOS.....	11
DISCUSION.....	23
LITERATURA CITADA.....	34
CUADROS.....	38
FIGURAS.....	55

## RESUMEN.

RUBIO SUAREZ, JORGE. Influencia de algunos factores climáticos sobre parámetros fisiológicos de vacas F1 y 3/4 ( Holstein x Indobrasil ) en el trópico húmedo ( bajo la dirección de Héctor Basurto Camberos ).

Con la finalidad de conocer el efecto ambiental sobre las constantes fisiológicas y hemáticas de los bovinos en clima tropical, se determinaron tres veces por semana las constantes fisiológicas: temperatura rectal (TR), frecuencia respiratoria (FR) y frecuencia cardíaca (FC), así como una vez por semana las constantes hemáticas: hematocrito (Ht), eritrocitos (GR), leucocitos (GB) y cuenta diferencial leucocitaria en 10 vacas F1 y 6 vacas 3/4 ( Holstein x Indobrasil ) durante la época de invierno y 9 vacas F1 y 8 vacas 3/4 H en la época de primavera.

Se registró diariamente durante todo el experimento la temperatura máxima (TMx), mínima (TMn) y media (TMd), la humedad relativa (HR), la precipitación pluvial (PP) y la evaporación (Ev).

Los resultados indican diferencia significativa (  $P < 0.05$  ) en la temperatura ambiente entre las dos épocas, la cual alteró significativamente (  $P < 0.05$  ) tanto TR como FR de ambos grupos genéticos. En las vacas F1, el valor del Ht fue superior (  $P < 0.05$  ) en la época de invierno que en la de primavera. En las vacas 3/4 H el valor de GB y eosinófilos (Eo) se alteraron significativamente por la época, siendo ambos superiores en invierno. Se encontró un valor mayor de Ht y menor de GB (  $P < 0.05$  ) en las vacas F1 en la época de invierno, con respecto a las 3/4 H. En la época de primavera, se registraron valores superiores (  $P < 0.05$  ) de Ht, GB y linfocitos (Ln) en las vacas F1 que en las 3/4 H, así como de Eo en las 3/4 H con respecto a las F1.

Se realizaron análisis de varianza y correlación entre las constantes fisiológicas y parámetros ambientales y un análisis multivariado para comparar la diferencia de las constantes fisiológicas entre grupos genéticos y entre épocas de estudio.

## I. INTRODUCCION.

Actualmente existe la tendencia de incrementar la producción animal ( leche y carne ) en las zonas tropicales de México, con la finalidad de satisfacer las necesidades de la población. Como una alternativa se ha recurrido a la introducción de ganado bovino lechero ( Bos taurus ), para cruzarlo con el ganado existente en estas regiones y así aumentar la producción láctea (20,22,48). La razón de los cruzamientos ha sido principalmente debido a que el ganado europeo ha mostrado tener poca capacidad de adaptación a las condiciones climáticas del trópico y a consecuencia es menos productivo que los bovinos criollos y otras razas Bos indicus, tal y como se ha evidenciado en varias investigaciones (9,11,19,33,35).

Se dice que la adaptación incluye todos los cambios fisiológicos que adopta el animal para mantener su estado productivo. Estos cambios se llevan a cabo en un lapso relativamente corto; por ejemplo, en ambientes de calor continuo se alcanzan rápidamente niveles constantes en la tasa respiratoria, vaporización respiratoria y producción lechera ( una a dos semanas ) así como en las pulsaciones , temperatura corporal y pelaje, que continúan disminuyendo después de nueve semanas (37).

En el trópico, los índices productivos son generalmente bajos (15,21,33,35,39,41,45). Se ha visto que en el trópico húmedo mexicano, el ganado cebú alcanza producciones de 626 kg de leche en 212 días de lactación, y que el ganado F1 (Holstein x Indobrasil) llega a producir alrededor de 1410 kg de leche en períodos de 275 días de lactación (21), en tanto que la producción media en el país por cabeza de ganado

especializado, es decir en sistema intensivo, se calcula en 4 444 kg por año (2).

La baja productividad en las regiones topicales es el reflejo de que las actividades ganaderas se llevan a cabo bajo condiciones limitantes en factores tales como las vías de comunicación, la cercanía de las ciudades, el tipo de suelo, el tamaño del rancho, la disponibilidad de mano de obra, la capacidad económica y la idiosincracia de los ganaderos (41). Sin embargo, el clima ( temperatura, humedad, pluviosidad, radiación solar y fotoperíodo ) es un factor que también influye sobre la producción animal en forma determinante (9,11,19,49,50). Por ejemplo, se ha determinado una depresión estacional en la eficiencia reproductiva como una de las principales consecuencias de las condiciones climáticas adversas sobre el comportamiento productivo de los animales (4,25,39).

Es de gran importancia conocer el grado en el cual el ambiente afecta la productividad, pues solamente dicho conocimiento permite tomar decisiones referentes al grado de modificación del medio, y qué hay que hacer a fin de lograr el comportamiento óptimo, el cual también se refiere a lo óptimo en términos económicos, que a la vez es sinónimo de la máxima productividad (37).

Se han considerado a la selección y al manejo adecuado ( alimentación, salud, reproducción, etc. ) de los animales, como la clave para obtener el máximo rendimiento de la empresa lechera, sin importar su localización física o el grado de tensión que pudieran provocar las condiciones ambientales extremas (4,11,45).

Durante el ciclo económico productivo de los bovinos lecheros, se

han determinado ciertos períodos en los cuales estos animales son más susceptibles al calor, tales como el período neonatal, períodos reproductivos y período de lactación. El conocimiento derivado de estas investigaciones, ha permitido implementar mejoras en los sistemas de manejo, sobre todo para disminuir el efecto ambiental, subsanando en gran medida las pérdidas económicas que la tensión calórica ocasiona en dichos períodos de la vida (11,12,38,39,48).

La mayor parte de la información científica que indica los efectos ambientales sobre la fisiología y productividad del ganado lechero, se ha generado a partir de investigaciones con ambientes artificiales ( cámaras climáticas ) (14,37,44,50) o bien, realizadas en ambientes no realmente tropicales (9,25,38,39).

Algunos autores mencionan que en las zonas tropicales y subtropicales, la temperatura ambiente es el principal factor climático que afecta al organismo animal (12,19,22,25,31,32,45). El efecto directo de otros componentes climáticos, tales como la humedad del aire, la velocidad del viento y la radiación solar, es relativamente insignificante; más bien sus efectos indirectos tienden a asociarse con el incremento o disminución de la temperatura ambiental (22).

Existen pruebas de que los animales expuestos al calor sufren una disminución en la secreción de las hormonas de la hipófisis, lo que da por resultado un índice metabólico bajo y menor actividad tiroidea, adrenal y gonadotrópica. Estas actividades corporales deprimidas por las altas temperaturas son consideradas, homeostáticamente, como metabolismos biológicos destinados a impedir la sobreproducción de calor. Este sobrecalentamiento crea una tensión fisiológica que

probablemente afecta la producción (19,32,50). Los mecanismos termorreguladores mediante los cuales los animales reaccionan a las condiciones ambientales ganando o perdiendo calor, han sido ampliamente fundamentados (5,22). Tales mecanismos involucran al sistema tegumentario y superficie corporal, sistemas cardiovascular y respiratorio, la misma temperatura corporal, hábitos alimenticios y comportamiento (19,32,47).

Se han realizado varios estudios para analizar los cambios fisiológicos de algunas razas lecheras europeas en clima tropical (11,14,40,42); sin embargo, existen pocos informes que indiquen cuáles son esos cambios fisiológicos adaptativos provocados por las condiciones ambientales del trópico, sobre los bovinos de diferente mestizaje de Bos taurus con Bos indicus, tales como el F1 ( Holstein x Indobrasil ) y el 3/4 Holstein 1/4 Indobrasil, a través de las diferentes estaciones del año (17,25,38,39).

El desarrollo de sistemas de producción animal cada vez más eficientes en zonas tropicales, dependerá de la adquisición de conocimientos sobre las múltiples formas en que las condiciones ambientales adversas afectan a los componentes biológicos que regulan el proceso productivo, tanto del ganado europeo puro, como del ganado cebú existente y sus cruzamientos (12,25,39,48).

Con base en la información presentada, se plantea la siguiente hipótesis:

#### A. HIPOTESIS.

Si el ganado Bos indicus es más resistente que el Bos taurus a las condiciones climáticas del trópico húmedo, entonces las vacas F1 ( Holstein x Indobrasil ) tendrán mejor respuesta fisiológica que las vacas 3/4 Holstein 1/4 Indobrasil, bajo el mismo sistema de explotación, entendiendo por respuesta fisiológica, los cambios funcionales provocados por los estímulos del medio para mantener la producción.

#### B. OBJETIVOS.

Los objetivos del presente estudio serán:

1. Registrar los elementos climáticos ( temperatura, humedad relativa, evaporación y pluviosidad ) durante el invierno y la primavera.
2. Determinar las constantes fisiológicas ( temperatura rectal, frecuencia respiratoria y frecuencia cardíaca ) en vacas F1 y 3/4 ( Holstein x Indobrasil ) durante el invierno y la primavera.
3. Determinar las constantes hemáticas ( hematocrito, eritrocitos, leucocitos y cuenta diferencial leucocitaria ) en vacas F1 y 3/4 H durante el invierno y la primavera.
4. Establecer las interrelaciones entre los elementos del clima con las constantes fisiológicas y hemáticas.

## II. MATERIAL Y METODOS.

### 1. LOCALIZACION.

El presente estudio se llevó a cabo en el Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical (C.I.E.E.G.T.), dependiente de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México. El C.I.E.E.G.T. se encuentra ubicado en el municipio de Tlapacoyan, estado de Veracruz, a 20° 4' de latitud norte y 97° 3' de longitud oeste, con una altitud de 151 m s.n.m. La clasificación climática corresponde al tipo Af(m)(é), (cálido húmedo) (13). La temperatura media anual es superior a los 24 C y la precipitación pluvial es de 1743.4 mm. A pesar de no existir una estación seca bien definida (49), se puede decir que las estaciones climáticas dividen al año en tres períodos: uno caracterizado por bajas temperaturas y elevada humedad, otro diferenciado por altas temperaturas y baja precipitación pluvial y el otro se caracteriza por altas temperaturas, con la mayor parte de las lluvias en esta época (10).

### 2. DISTRIBUCION DE LOS ANIMALES.

a) Epoca de invierno ( noviembre-febrero ).

Se utilizaron 10 vacas F1 (Holstein x Indobrasil) y 6 vacas 3/4 Holstein 1/4 Indobrasil, de primero y segundo parto en período de lactación.

b) Epoca de primavera ( marzo-junio ).

Se utilizaron nueve vacas F1 y ocho vacas 3/4 Holstein 1/4 Indobrasil, de primero y segundo parto en período de lactación.

Los datos obtenidos se arreglaron en un diseño de factoriales: estación y raza con dos niveles en cada factor: invierno, primavera y F1, 3/4 H respectivamente. Obteniendo un arreglo de dos factores con dos niveles cada uno para posterior análisis estadístico.

El número de animales en el utilizados en el presente estudio se puede resumir de la siguiente manera:

EPOCA DEL AÑO	CRUZA	
	F1	3/4 H
INVIERNO	10	6
PRIMAVERA	9	8

### 3. REGISTRO DE LAS CONDICIONES CLIMATICAS.

Los elementos climáticos fueron medidos tres veces al día durante las dos épocas de estudio, en la estación meteorológica del C.I.E.E.G.T. y se establecieron los promedios semanales. También la temperatura ambiente se registró en la ordeña, es decir, en el momento en que fueron tomadas las constantes fisiológicas de los dos grupos de vacas. Las mediciones se realizaron de acuerdo a los métodos descritos por Ayllón y Gutiérrez (3).

#### 4. DETERMINACION DE CONSTANTES FISIOLÓGICAS.

Las constantes fisiológicas se midieron en el momento del ordeño, tres veces por semana, durante el tiempo que duró el estudio. La temperatura se registró por medio de un termómetro rectal; la frecuencia respiratoria se obtuvo por medio de la observación de los movimientos respiratorios costoabdominales; y como frecuencia cardíaca, se anotó el número de pulsaciones por minuto, tomadas en la arteria coccígea, por presión digital.

#### 5. MUESTRAS DE SANGRE.

Se tomó una muestra de sangre a las vacas en estudio una vez por semana, por punción de la vena coccígea, con aguja en tubos al vacío con anticoagulante ( EDTA ) y fueron transportadas a 4 C aproximadamente para ser trabajadas en el laboratorio del C.I.E.E.G.T. en un lapso no mayor a 5 horas a partir de su obtención.

#### 6. DETERMINACION DE LAS CONSTANTES HEMÁTICAS.

Las constantes hemáticas de las muestras obtenidas, fueron determinadas por medio de los métodos de microhematocrito, método de la cámara de recuento de glóbulos y tinción de frotis sanguíneo, para la diferenciación de leucocitos, descritos por Plonait (36).

#### 7. ANALISIS DE DATOS.

Los datos fueron analizados mediante el método de análisis de

varianza y modelos de correlación de acuerdo al arreglo de factoriales descritos anteriormente, con la finalidad de establecer relaciones entre las constantes fisiológicas y parámetros ambientales para cada época (16); y un análisis multivariado para comparar la diferencia de constantes fisiológicas entre grupos genéticos y entre épocas de estudio (8).

El modelo utilizado se establece de la siguiente manera:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, a \\ j = 1, \dots, b \end{array}$$

$\mu$  = efecto medio

$\alpha_i$  = efecto del  $i$ -ésimo nivel del factor a

$\beta_j$  = efecto del  $j$ -ésimo nivel del factor b

### III. RESULTADOS

#### 1. CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS.

##### a) Temperatura ambiente.

Los promedios de temperatura ambiental por semana en la época de invierno se muestran en el cuadro 2 y en la figura 1, donde se puede ver que la temperatura máxima ( TMx ) fue de 30.4 C, la temperatura mínima ( TMn ) fue de 10.9 y la temperatura media ( TMd ) de 19.9 C.

En la época de primavera ( cuadro 3, figura 1 ) se observó una TMx de 34.0 C, la TMn fue de 14.8 C y la TMd fue de 25.3 C.

Como puede apreciarse en la figura 1, tanto la TMx como la TMn y la TMd fueron superiores en la época de primavera en relación con las de invierno y la comparación entre medias comprueba que existe diferencia significativa entre las dos épocas de estudio (  $P < 0.01$  ).

##### b) Temperatura ambiente en la ordeña.

Los resultados de temperatura ambiente en la ordeña obtenidos en el presente estudio para cada una de las épocas se muestran en el cuadro 1 y en la figura 2. Como puede verse, la temperatura promedio fue más baja en la época de invierno comparada con la de primavera ( 18.56 vs. 24.08 ) siendo significativa la diferencia (  $P < 0.05$  ).

##### c) Humedad relativa ( HR )

El valor promedio de humedad relativa fue mayor en invierno que en primavera, siendo en invierno de 77.3 % con rango de 66.2 a 88.6 % y en primavera de 73.7 % con valores que van del 65.4 al 85.2 % ( cuadros

2 y 3, figura 3), sin ser significativa la diferencia (  $P > 0.05$  ) entre épocas.

d) Precipitación pluvial ( PP )

Durante la época de invierno se registraron 225.9 mm de lluvia con 106.4 mm en la semana con mayor precipitación; en primavera cayeron 219.7 mm de lluvia y, en esta época, la semana con mayor PP fue de 99.1 mm ( cuadros 2 y 3, figura 4 ). No hubo diferencia significativa (  $P > 0.05$  ) entre las dos épocas.

e) Evaporación ( Ev )

La evaporación durante la época de invierno ( cuadro 2, figura 5 ) fue de 2.5 mm con oscilación de 0.6 mm en la semana con menor cantidad de Ev a 7.9 mm en la semana con mayor Ev.

En la época de primavera ( cuadro 3, figura 5 ), la evaporación fue de 3.8 mm con valores que van de 0.5 a 4.9 mm. La variación de 1.3 mm de Ev entre los promedios de invierno con respecto a los de primavera fue significativa (  $P < 0.05$  ).

## 2. CONSTANTES FISIOLÓGICAS.

a) Temperatura rectal ( TR )

La temperatura rectal de las vacas F1 fue mayor en la primavera que en el invierno ( 38.56 vs. 38.41 C ) y al realizar la comparación entre las medias se encontró una diferencia significativa (  $P < 0.05$  ) entre las dos épocas ( cuadro 4, figura 6 ).

La TR media de las vacas 3/4 H ( cuadro 5, figura 9 ) fue más elevada en la época de primavera ( 38.62 C ) que en la de invierno

( 38.42 C ). La variación de 0.20 C fue significativa (  $P < 0.05$  ).

En el cuadro 6 y en la figura 12 puede verse que la temperatura rectal en la época de invierno fue de 38.41 C para las vacas F1 y de 38.42 C para las 3/4 H sin ser significativa la diferencia (  $P > 0.05$  ). Asimismo, la TR de las vacas 3/4 H en la época de primavera ( cuadro 7, figura 13 ) fue mayor a la de las F1 ( 38.62 vs. 38.55 C ), siendo significativa la diferencia (  $P < 0.05$  ).

#### b) Frecuencia respiratoria ( FR )

En el cuadro 4 y en la figura 7 se puede ver que la FR promedio de las vacas F1 fué más elevada en la época de primavera con respecto a la de invierno, con una diferencia significativa (  $P < 0.05$  ) de 4.78 movimientos entre las dos épocas.

En promedio, la FR de las vacas 3/4 H ( cuadro 5, figura 10 ) fue mayor en la época de primavera que en la de invierno ( 27.4 vs. 22.69 movimientos respiratorios ) (  $P < 0.05$  ).

La frecuencia respiratoria de las vacas 3/4 H en invierno ( cuadro 6, figura 14 ) fue de 22.75 movimientos por minuto con una diferencia no significativa (  $P > 0.05$  ) de 0.91 movimientos con respecto a las vacas F1. También en la época de primavera la FR de las vacas 3/4 H ( cuadro 7, figura 15 ) fue menor que en las F1. con una variación significativa (  $P < 0.05$  ) de 1.29 movimientos.

#### c) Frecuencia Cardíaca ( FC )

En promedio, la FC de las vacas F1 ( cuadro 4, figura 8 ) fue de 70.11 en la época de primavera contra 67.18 en la de invierno (  $P > 0.05$  ).

Los valores promedio de FC de las vacas 3/4 H fue similar en ambas épocas de estudio ( 68.07 vs. 68.41 en invierno y primavera respectivamente ) cuya diferencia no fue significativa (  $P > 0.05$  ) ( cuadro 5, figura 11 ).

En la época de invierno, las vacas 3/4 H ( cuadro 6, figura 16 ) presentaron 0.88 pulsaciones por minuto más que las F1 (  $P > 0.05$  ).

Por el contrario, en la época de primavera, la FC de las vacas F1 ( cuadro 7, figura 17 ) fue superior con 1.45 pulsaciones por minuto en comparación con las vacas 3/4 H sin ser significativa la diferencia (  $P > 0.05$  ).

### 3. CONSTANTES HEMATICAS.

#### a) Hematocrito ( Ht )

En los cuadros 4 y 5 y en las figuras 18 y 19 se aprecia que el valor del hematocrito de las vacas F1 fue de 31.56 % en invierno y de 29.99 % en primavera; la diferencia de 1.57 % fue significativa estadísticamente (  $P < 0.05$  ). Las vacas 3/4 H también presentaron un porcentaje de Ht ligeramente superior en la época de invierno ( 29.28 % ) en comparación con el de primavera ( 29.09 % ), pero la diferencia no fue significativa (  $P > 0.05$  ).

Como puede verse el Ht de las vacas F1 en la época de invierno ( cuadro 6, figura 18 ) fue superior al de las vacas 3/4 H. Asimismo, en la época de primavera ( cuadro 7, figura 19 ), el Ht fue superior en las vacas F1, siendo significativa la diferencia (  $P < 0.05$  ).

b) Glóbulos rojos ( GR )

Los cuadros 4 y 5 y las figuras 20 y 21 muestran la cuenta de glóbulos rojos, que en las vacas F1 fue menor en primavera (  $6.9 \times 10^6 / \text{mm}^3$  ) con respecto al invierno (  $7.05 \times 10^6 / \text{mm}^3$  ), en tanto que en las vacas 3/4 H fue de  $6.78 \times 10^6 / \text{mm}^3$  en invierno y de  $6.37 \times 10^6 / \text{mm}^3$  en primavera, sin llegar a ser significativa la diferencia (  $P > 0.05$  ) entre épocas tanto en las vacas F1 como en las 3/4 H.

Como se muestra en el cuadro 6 y en la figura 20, la cuenta de GR de las vacas F1 en invierno fue superior a la de las 3/4 H, y la diferencia no fue significativa (  $P > 0.05$  ).

En la época de primavera también fue ligeramente mayor la concentración de glóbulos rojos en las vacas F1 ( cuadro 7, figura 21 ) que la de las 3/4 H (  $P > 0.05$  ).

c) Glóbulos blancos ( GB )

En el cuadro 4 y en las figuras 22 y 23 se muestran los resultados de la cuenta blanca de las vacas F1, la cual fue inferior en invierno (  $12.95 \times 10^3 / \text{mm}^3$  ) en comparación con la de primavera (  $13.9 \times 10^3 / \text{mm}^3$  ); sin embargo no difirieron significativamente (  $P > 0.05$  ).

La cuenta de células blancas sanguíneas en las vacas 3/4 H durante el invierno ( cuadro 5, figuras 22 y 23 ) fue superior a la de primavera (  $14.49$  vs.  $11.82 \times 10^3 / \text{mm}^3$  ) encontrándose significativa la diferencia (  $P < 0.05$  ).

Como se puede ver en el cuadro 6 y en la figura 22, la cuenta de células blancas en invierno fue superior en las vacas F1 que en las 3/4 H; en tanto que en la época de primavera ( cuadro 7, figura 23 ) sucedió a la inversa, es decir que la cuenta de GB fue mayor en las

vacas 3/4 H que en las F1. En ambas épocas de estudio, la diferencia entre razas fue significativa (  $P < 0.05$  ).

d) Cuenta diferencial leucocitaria.

Neutrófilos segmentados ( NS ).

En las vacas F1 los neutrófilos segmentados presentaron una cuenta superior en invierno ( 28.62 % ) contra la cuenta obtenida en primavera ( 26.66 % ). La diferencia no fue significativa (  $P > 0.05$  ) ( cuadro 4, figuras 24 y 25 ).

En el cuadro 5 y en las figuras 24 y 25 se muestra que el porcentaje de NS en las vacas 3/4 H fue de 26.45 % en invierno contra 24.96 % en primavera (  $P > 0.05$  ).

Tanto en la época de invierno ( cuadro 6, figura 24 ) como en la de primavera ( cuadro 7, figura 25 ), los porcentajes de NS de las vacas F1 fueron superiores (  $P > 0.05$  ) a los de las vacas 3/4 H.

Neutrófilos en banda ( NB ).

El porcentaje de NB en las vacas F1 ( cuadro 4, figuras 26 y 27 ) fue de 1.73 % en invierno contra 2.32 % en primavera, pero no fue significativa la diferencia (  $P > 0.05$  ).

Los NB de las vacas 3/4 H ( cuadro 5, figuras 26 y 27 ) tuvieron un mayor porcentaje en primavera ( 2.88 % ) que en invierno ( 1.52 % ), y su diferencia fue significativa (  $P < 0.05$  ).

En invierno ( cuadro 6, figura 26 ) la cuenta de NB fue ligeramente superior (  $P > 0.05$  ) en las vacas F1 que en las 3/4 H, al contrario que en la época de primavera ( cuadro 7, figura 27 ) donde el valor de las 3/4 H fue mayor (  $P > 0.05$  ) al de las F1.

### Linfocitos ( Ln ).

Las vacas F1 presentaron un mayor porcentaje de Linfocitos en primavera ( 57.12 % ) que en invierno ( 54.09 % ) pero no fue significativa la diferencia (  $P > 0.05$  ) ( cuadro 4, figuras 28 y 29 ).

Por el contrario, las vacas 3/4 H presentaron un promedio mayor de Ln en invierno que en primavera ( 57.94 vs. 53.47 % ) siendo la diferencia estadísticamente significativa (  $P < 0.05$  ), como se aprecia en el cuadro 5 y en las figuras 28 y 29.

En la época de invierno ( cuadro 6, figura 28 ) el porcentaje de linfocitos fue mayor (  $P > 0.05$  ) en las vacas 3/4 H que en las F1; en tanto que en la época de primavera ( cuadro 7, figura 29 ) las vacas F1 presentaron una mayor cantidad a la de las vacas 3/4 H, con diferencia significativa (  $P < 0.05$  ).

### Monocitos ( Mo ).

Los monocitos en vacas F1 ( cuadro 4, figuras 30 y 31 ) tuvieron una presentación semejante en invierno y primavera ( 4.91 vs. 4.07 ) (  $P > 0.05$  ).

El porcentaje de Mo en las vacas 3/4 H ( cuadro 5, figuras 30 y 31 ) no fue significativamente diferente (  $P > 0.05$  ) entre las épocas de estudio, con valores de 3.98 % en invierno y 4.16 % en primavera.

En el cuadro 6 y en la figura 30 se puede ver que la cantidad de Mo en invierno fue mayor en las vacas F1 que en las 3/4 H (  $P > 0.05$  ), en tanto que en primavera ( cuadro 7, figura 31 ) el porcentaje de Mo fue ligeramente superior en las vacas 3/4 H (  $P > 0.05$  ).

### Eosinófilos ( Eo ).

Los eosinófilos en las vacas F1 tuvieron un valor ligeramente superior ( cuadro 4, figuras 32 y 33 ) en invierno que en primavera ( 10.54 vs. 9.21 ), pero la diferencia no fue significativa (  $P > 0.05$  ).

El valor de los Eo en las vacas 3/4 H ( cuadro 5, figuras 32 y 33 ) presentó una variación significativa (  $P < 0.05$  ) entre épocas, ya que se incrementó considerablemente en primavera ( 14.10 % ), en comparación con el valor observado en invierno ( 8.97 % ).

En el cuadro 6 y en la figura 32 se muestra que en la época de invierno el valor de Eo en las vacas F1 fue superior al de las 3/4 H, con una variación no significativa (  $P > 0.05$  ) de 1.57 %.

Por el contrario, en la época de primavera ( cuadro 7, figura 33 ) las vacas 3/4 H tuvieron un mayor porcentaje de Eo que las vacas F1. Esta diferencia de 4.99 % entre las razas fue significativa (  $P < 0.05$  ).

### Basófilos ( Bs ).

El porcentaje de basófilos en las vacas F1 ( cuadro 4, figuras 34 y 35 ) no presentó variación significativa (  $P > 0.05$  ) entre invierno y primavera ( 0.5 vs. 0.45 % ).

El valor de Bs en las vacas 3/4 H en la época de invierno ( cuadro 5, figuras 34 y 35 ) fue de 0.75 % en tanto que en primavera fue de 0.41 %. La diferencia entre estos valores no fue significativa (  $P > 0.05$  ).

En el cuadro 6 y en la figura 34 se ve que el promedio de Bs en invierno fue mayor (  $P > 0.05$  ) para las vacas 3/4 H que para las F1; en tanto que en primavera ( cuadro 7, figura 35 ) las vacas 3/4 H tuvieron un menor porcentaje de Bs que las F1 (  $P > 0.05$  ).

#### 4. CORRELACION DE LOS ELEMENTOS DEL CLIMA.

Se encontró que a lo largo de las dos épocas de estudio hubo una estrecha correlación (  $P < 0.001$  ) entre las temperaturas máxima ( TMx ), mínima ( TMn ) y media ( TMd ), así como de la precipitación pluvial ( PP ) con la evaporación ( Ev ) ( .57,  $P < 0.02$  ). La humedad relativa ( HR ) se vió asociada inversamente a la TMx ( -.39,  $P < 0.02$  ) y la PP ( .35,  $P < 0.04$  ), así como la Ev con TMd, TMx y TMn ( .38,  $P < 0.03$ ; .45,  $P < 0.01$  y .41,  $P < 0.02$ , respectivamente ), como se muestra en el cuadro 8.

#### 5. CORRELACION DE LAS CONSTANTES FISIOLÓGICAS Y HEMÁTICAS.

##### a) Época de invierno.

Las vacas F1 presentaron una estrecha correlación (  $P < 0.002$  ) entre la temperatura rectal ( TR ), frecuencia respiratoria ( FR ), frecuencia cardíaca ( FC ) y eosinófilos ( Eo ) ( cuadro 9 ). En este mismo cuadro se aprecia la elevada correlación inversa que hubo de la FC con el hematocrito ( Ht ) y glóbulos blancos ( GB ) ( -.69,  $P < 0.005$  y -.73,  $P < 0.002$  respectivamente ) y de estos últimos con los Eo ( .65,  $P < 0.007$  ), así como de neutrófilos segmentados ( NS ) con neutrofilos en banda ( NB ) y linfocitos ( Ln )

( .64,  $P < 0.009$  y  $-.77$ ,  $P < 0.001$  ). También es posible apreciar la correlación de la TR con los glóbulos rojos ( GR ) (  $-.51$ ,  $P < 0.03$  ), GB (  $-.62$ ,  $P < 0.01$  ) y NB (  $.48$ ,  $P < 0.04$  ); de la FR con Ht (  $-.49$ ,  $P < 0.04$  ), GB (  $-.59$ ,  $P < 0.02$  ) y NB (  $.49$ ,  $P < 0.04$  ); de los Eo con Ht (  $.48$ ,  $P < 0.04$  ), GR (  $.59$ ,  $P < 0.01$  ) y NB (  $-.47$ ,  $P < 0.04$  ); así como de GR con basófilos ( Bs ) (  $.48$ ,  $P < 0.04$  ).

En el cuadro 10 se puede ver que las vacas 3/4 H presentaron alta correlación entre Ht y Eo (  $.74$ ,  $P < 0.002$  ), así como de GB con NS (  $.76$ ,  $P < 0.001$  ), y una elevada asociación inversa de estos últimos con los Ln (  $-.79$ ,  $P < 0.001$  ). También se observó una correlación en menor grado de la TR con FR (  $.48$ ,  $P < 0.04$  ); la FR se vió asociada inversamente con el Ht y GR (  $-.51$ ,  $P < 0.03$  y  $-.59$ ,  $P < 0.02$  respectivamente ); los GR con Ln (  $-.58$ ,  $P < 0.02$  ) y Eo (  $.61$ ,  $P < 0.01$  ); GB, Ln y monocitos ( Mo ) entre sí (  $P < 0.04$  ); así como los Eo inversamente con Ln (  $-.53$ ,  $P < 0.03$  ) y los NS con Mo (  $-.61$ ,  $P < 0.01$  ).

b) Epoca de primavera.

Las vacas F1 tuvieron una elevada correlación entre GR y GB (  $.75$ ,  $P < 0.004$  ), así como una alta asociación inversa entre NS y Ln (  $-.83$ ,  $P < 0.001$  ) y una asociación en menor grado de TR y FR (  $.62$ ,  $P < 0.02$  ); la FC se asoció inversamente con GR (  $-.66$ ,  $P < 0.01$  ); el Ht con los NB (  $-.60$ ,  $P < 0.02$  ); estos últimos con Mo (  $.61$ ,  $P < 0.02$  ); así como los Eo con GR (  $.62$ ,  $P < 0.02$  ), además de la relación inversa de Eo con Ln (  $-.65$ ,  $P < 0.02$  ) ( cuadro 11 ).

Las vacas 3/4 H, además de presentar una estrecha correlación entre GB y Bs (  $.83$ ,  $P < 0.001$  ), también la tuvieron inversa entre NS y

Eo (  $-.73$ ,  $P < 0.005$  ) ( cuadro 12 ). Por otro lado, en el mismo cuadro se ve la correlación que hubo de la TR con FR (  $.60$ ,  $P < 0.02$  ) y Ht (  $-.65$ ,  $P < 0.01$  ); de la FR con los NS (  $-.65$ ,  $P < 0.02$  ) y Mo (  $.57$ ,  $P < 0.03$  ); así como de los GR con GB (  $.58$ ,  $P < 0.03$  ) y de NS con Ln (  $-.52$ ,  $P < 0.05$  ).

## 6. CORRELACION ENTRE CLIMA Y CONSTANTES FISIOLÓGICAS Y HEMÁTICAS.

### a) Época de invierno.

Se observó que las vacas F1 en la época de invierno ( cuadro 13 , figura 36 ) tuvieron una correlación alta de TR con la TMn (  $.79$ ,  $P < 0.001$  ). Asimismo, tanto la FR ( cuadro 13, figura 38 ) como los Eo estuvieron estrechamente correlacionados con las TMx (  $.68$ ,  $P < 0.005$  y  $-.65$ ,  $P < 0.008$  ), TMn (  $.56$  y  $-.87$ ,  $P < 0.001$  respectivamente ) y TMd (  $.76$  y  $-.77$ ,  $P < 0.001$  respectivamente ) ( cuadro 13 ). También, el cuadro 13 muestra que la TR de las vacas F1 en invierno se asoció a TMd (  $.50$ ,  $P < 0.04$  ) y HR (  $.51$ ,  $P < 0.04$  ) ( figura 36 ), mientras que la FC se correlacionó con las TMx (  $.47$ ,  $P < 0.05$  ) y TMn (  $.56$ ,  $P < 0.02$  ) ( figura 40 ). Las variaciones en el porcentaje de Ht se relacionaron inversamente con la TMx (  $-.57$ ,  $P < 0.02$  ). La cuenta de GB se asoció inversamente con la TMn (  $-.50$ ,  $P < 0.04$  ) y Ev (  $-.54$ ,  $P < 0.03$  ), en tanto que los NS se vieron correlacionados con la TMn (  $.50$ ,  $P < 0.04$  ) y los Bs en forma inversa con la PP (  $-.57$ ,  $P < 0.02$  ).

En el cuadro 14 se puede observar que la FR de las vacas 3/4 H en invierno tuvo una elevada correlación con las TMd y TMn (  $.69$ ,  $P < 0.004$  y  $.77$ ,  $P < 0.001$  respectivamente ) ( figura 44 ), así como una

asociación inversa de GR con la TMn (  $-.64, P < 0.009$  ) ( figura 50 ). Por otro lado, en ese mismo cuadro se muestran las correlaciones que hubo de TR con la TMn y la HR (  $.52, P < 0.03$  y  $.62, P < 0.01$  respectivamente ) ( figura 42 ); de FR con TMx (  $.53, P < 0.03$  ) ( figura 44 ) y la asociación inversa de GR con HR (  $-.61, P < 0.01$  ) ( figura 50 ).

b) Epoca de primavera.

En esta época ( cuadro 15 ), el único valor de las vacas F1 que tuvo correlación alta con algún elemento del clima fue el de NB, que se asoció inversamente con la Ev (  $-.78, P < 0.002$  ); aunque también hubo una correlación en menor grado de la TR con Tmd y TMx (  $.57$  y  $.58, P < 0.03$  ) ( figura 37 ), y correlación inversa de la FC con la PP (  $-.56, P < 0.03$  ) ( figura 48 ). Asimismo, en el cuadro 15 se muestra que tanto la FR ( figura 39 ) como los Mo estuvieron asociados con las Tmd (  $.57$  y  $.66, P < 0.01$  ), TMx (  $.60$  y  $.61, P < 0.02$  ) y TMn (  $.61$  y  $.62, P < 0.02$  respectivamente ).

Las vacas 3/4 H en primavera ( cuadro 16, figura 45 ) mostraron una elevada correlación de la FR con la Tmd (  $.79, P < 0.002$  ) y la TMn (  $.90, P < 0.001$  ). Además, en el mismo cuadro se muestra que hubo correlación de la TR con Tmd y TMx (  $.55$  y  $.53, P < 0.04$  respectivamente ) ( figura 43 ); de FR con TMx (  $.66, P < 0.01$  ) ( figura 45 ); además de las correlaciones inversas de FC con PP (  $-.60, P < 0.02$  ) ( figura 49 ) y de GR con Ev (  $-.53, P < 0.05$  ), así como de NS con las Tmd (  $-.62, P < 0.02$  ), TMx (  $-.54, P < 0.04$  ) y TMn (  $-.61, P < 0.02$  ) así como la asociación que hubo entre Bs con la HR (  $.65, P < 0.01$  ).

#### IV. DISCUSION.

##### 1. ELEMENTOS DEL CLIMA.

Se ha mencionado que la temperatura ambiente es el elemento del clima que principalmente afecta la fisiología animal (5,12,18,19,22,25, 31,32,45,50) y que el efecto de los demás componentes climáticos es relativamente insignificante; más bien tienen efecto indirecto al asociarse con la temperatura ambiental (22,27). En el presente trabajo, las dos épocas de estudio están diferenciadas principalmente por la temperatura siendo mayor la temperatura ( tanto máxima como mínima y media ) en la primavera con respecto al invierno.

En los datos de correlación de clima con las constantes fisiológicas y hemáticas mostrados en los cuadros 13, 14, 15 y 16 se aprecia que tanto en la época de invierno, como en la de primavera hubo valores fisiológicos que se asociaron en su mayoría a la temperatura ambiental y en menor grado a la humedad relativa.

La precipitación pluvial no estuvo correlacionada a la temperatura ambiental durante el desarrollo del estudio y además, solo hubo una diferencia no significativa (  $P < 0.05$  ) de 6.2 mm entre una época y la otra. En cambio, la evaporación y la humedad relativa se asociaron tanto a la temperatura ambiental como a la precipitación pluvial ( cuadro 8 ).

Basurto y Fuentes (5) han expresado que cuando la humedad ambiental es muy elevada, la evaporación y la pérdida insensible de agua son menores que en ambientes de calor seco. Herz y Steinhaufer (22), han establecido que la humedad relativa tiene efecto sobre la fisiología del

animal cuando la temperatura del ambiente es mayor a los 24 C. Esto no sucedió en el presente estudio, ya que la humedad relativa tuvo un valor ligeramente superior (  $P < 0.05$  ) en la época de invierno ( 77.3 % a 19.9 C TmD ) que en la época de primavera ( 73.7 % a 25.3 C TmD ) y fue en la época de invierno en la cual la humedad del ambiente se asoció a los cambios de temperatura rectal tanto en las vacas 3/4 H como en las F1, no ocurriendo lo mismo en la primavera, aún cuando la temperatura ambiente fue mayor ( cuadros 2, 3, 13, 14, 15, 16, figuras 3, 36, 43 ).

La precipitación pluvial, que como se dijo anteriormente, no se relacionó con la temperatura ambiente, tuvo un efecto especial en la época de primavera sobre la frecuencia cardíaca tanto de las vacas F1 como de las 3/4 H ( cuadros 15 y 16, figuras 48 y 49 ) en donde se muestra claramente un abrupto descenso en la frecuencia cardíaca una semana antes a la semana con mayor cantidad de lluvia en esa época ( semana 5 ) y una nueva elevación una semana después, en la que prácticamente no hubo precipitación pluvial. Como se sabe, la Tendencia Barométrica o Variación de la Presión es uno de los datos en que hoy se fundamentan algunos métodos de previsión del tiempo (3). Se sugiere que la variación en la frecuencia cardíaca en la época de primavera no se debió a la cantidad de lluvia, sino a los cambios de presión en la atmósfera, aunque esto no se puede afirmar categóricamente, puesto que se carece de registros de presión atmosférica durante el desarrollo del estudio.

Por otro lado, la mayor evaporación en la primavera se atribuyó a una mayor temperatura ambiente y menor humedad relativa en comparación con la época de invierno. No obstante, en esta última época la

evaporación se asoció al valor de glóbulos blancos de las vacas F1, mientras que en la primavera la evaporación se asoció con el valor de glóbulos rojos de las vacas 3/4 H; sin embargo, estos valores no fueron significativamente diferentes ( $P > 0.05$ ) con los de las épocas complementarias respectivamente. De esta manera, no se puede decir que la evaporación sea un elemento del clima que influya en los cambios fisiológicos y hemáticos, aún cuando los demás componentes del clima cambien, pero sí deberá considerarse dentro del contexto de factores climatológicos que alteran las respuestas fisiológicas (12).

## 2. CONSTANTES FISIOLÓGICAS.

En los cuadros 13, 14, 15 y 16 y en las figuras 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47 y 51 se muestra como responden las constantes fisiológicas al estímulo de temperatura ambiental y humedad relativa.

### a) Temperatura rectal.

Basurto y Fuentes (5) afirman que todas las actividades metabólicas producen calor, pero el calor derivado de la actividad muscular está directamente ajustado a las necesidades térmicas del organismo; asimismo, expresan que cuando el calor producido por el animal en un ambiente propicio, permite el funcionamiento de todos los sistemas enzimáticos o metabólicos se dice que el animal se encuentra en un estado de homeotermia.

Bajo condiciones normales, los animales mantienen una temperatura corporal que fluctúa alrededor de los 37 C y además, están capacitados para conservar su temperatura interna dentro de un intervalo

de variación muy estrecho ( $\pm 1\text{ C}$ ), a pesar de los amplios cambios de temperatura en el medio (5). Monteith y Mount (30) refieren que los animales mantienen una temperatura corporal constante de precisión considerable aún en las circunstancias más adversas y que la pérdida evaporativa de calor se incrementa en ambientes cálidos y el control sobre ésta pérdida incrementada provee al cuerpo de un medio extremadamente eficiente para controlar la temperatura corporal cuando la temperatura del ambiente es elevada. En sí, la temperatura corporal depende del equilibrio entre los factores que le adicionan calor y los que tienden a sustraerlos (5).

Lo anterior explica el valor superior de la temperatura rectal observado en ambas cruzas en la época de primavera, en la cual hubo una temperatura ambiente más elevada que en la de invierno. Lo cual concuerda con lo expresado en varias investigaciones (1,5,6,9,14,18,25, 27,28,34,39,50) en las que los autores afirman que el aumento en la temperatura ambiente provoca un incremento de la temperatura corporal.

Koppel et al (25) observaron que la temperatura rectal, como respuesta fisiológica al calor en el clima tropical, fue más marcada en el ganado Holstein puro que en el ganado Cebú y la craza de ambos.

En el presente estudio, las vacas 3/4 H presentaron una mayor temperatura rectal que las F1 tanto en invierno como en primavera, lo cual coincide con lo observado por Koppel et al (25) y por García et al (14). En Cuba, en un ambiente similar al medio en el que se realizó el presente estudio, se ha observado una mayor temperatura rectal en las vacas 3/4 H que en las F1 (14), lo cual puede indicar que las vacas 3/4 H son más susceptibles que los bovinos con mayor proporción de genes

Bos indicus cuando se encuentran bajo una mayor tensión calórica debido a la elevada temperatura ambiental, tal es el caso de los resultados obtenidos en el presente estudio.

Un aspecto notable es que la temperatura rectal sigue un patrón similar en ambos grupos genéticos tanto en invierno como en primavera, que a pesar de haber sido diferente ( $P < 0.05$ ) entre épocas, no lo fue entre razas siguiendo un comportamiento similar, aumentando o disminuyendo, como se muestra en las figuras 12 y 13.

b) Frecuencia respiratoria.

Basurto y Fuentes (5) sostienen que, en forma general, los animales tienen mayor dificultad para perder calor que para conservarlo. Asimismo afirman que cuando los animales se someten a un ambiente cálido, se estimulan los receptores térmicos cutáneos, provocando respuestas reflejas que favorecen la disipación de calor. Entre estas respuestas se observa que los vasos sanguíneos cutáneos se dilatan favoreciendo la eliminación de calor por conducción al incrementarse el flujo sanguíneo en la piel; la conductividad térmica en este tejido se incrementa hasta 5 o 6 veces (5). Se observa también un incremento en la evaporación insensible de agua. Si aún el equilibrio térmico no se alcanza, entonces la temperatura corporal aumenta, provocando sudoración refleja y pérdida calórica por evaporación del sudor; o bien, se provoca una taquipnea forzada con eliminación de calor por el vapor de agua (5).

En forma resumida se puede decir que los cambios fisiológicos para eliminar la sobreproducción de calor del organismo provocados por la tensión térmica se llevan a cabo en el siguiente orden: 1) vasodilatación, 2) transpiración, 3) aumento en la frecuencia

respiratoria y 4) cuando las respuestas anteriores no son suficientes para restablecer la homeotermia se incrementa la temperatura rectal (22,32). El aumento de la frecuencia respiratoria es, junto con la temperatura rectal incrementada, el principal cambio fisiológico manifiesto en los animales bajo tensión calórica (1,6,9,14,18,22,25,26, 7,34,39,50). Esto corrobora el aumento en la frecuencia respiratoria de ambas cruas observado en la primavera, en donde se registró la mayor temperatura ambiental con respecto al invierno ( cuadros 4 y 5, figuras 7 y 10 ).

Herz y Steinhau (22) aseveran que el aumento de la frecuencia respiratoria como respuesta fisiológica a las temperaturas elevadas es mayor en el ganado europeo que en el asiático; Koppel et al (25) observaron que mientras mayor sea el porcentaje de raza asiática, la frecuencia respiratoria de los bovinos en el trópico es menor en comparación con los europeos; y García et al (14) encontraron que al elevarse la temperatura ambiente, la frecuencia respiratoria de las vacas 3/4 H fue mayor que la de las F1, lo cual difiere con los resultados obtenidos en el presente trabajo, puesto que, tanto en invierno como en primavera las vacas 3/4 H presentaron un número ligeramente menor de movimientos respiratorios con respecto a las vacas F1. Lo que hace suponer que los cambios en la frecuencia respiratoria de animales bajo tensión térmica no necesariamente se dan con antelación al aumento de la temperatura rectal, como lo afirman Herz y Steinhau (22) y McDowell (32), ya que se vió que las vacas 3/4 H tuvieron una TR mayor a la de las F1 en ambas épocas de estudio, al contrario de lo ocurrido con la FR; o bien, que la tensión ocasionada por la temperatura ambiente

en la época de calor no fuera lo suficientemente elevada para provocar el aumento en la FR de la craza que se supone más susceptible a este estímulo (14,22,25).

c) Frecuencia cardíaca.

Anteriormente, en este mismo capítulo se comentó la asociación inversa de la precipitación pluvial en la época de primavera con la frecuencia cardíaca y su posible causa ( cuadros 15 y 16, figuras 48 y 49 ).

A pesar de que Monteith y Mount (30) sostienen que la frecuencia cardíaca pudiera servir como un índice metabólico, existen opiniones encontradas, ya que Christenson (9) afirma que la frecuencia cardíaca disminuye cuando la temperatura ambiente sobrepasa los 30 C; en tanto que Gwazdauskas (18) indica que al aumentarse la temperatura ambiente, la frecuencia cardíaca permanece sin cambios; pero Herz y Steinhaufl (22) exponen que la frecuencia cardíaca es inconstante, ya que algunas pruebas muestran un aumento en el pulso a una temperatura de 24 C y un decremento cuando la temperatura ambiente es más elevada. Estos hallazgos pueden ser explicados por el hecho de que hay una correlación positiva entre frecuencia cardíaca y velocidad metabólica y que temperaturas ambiente elevadas provocan un aumento en la frecuencia cardíaca en tanto que niveles moderados por un período prolongado provocan su descenso.

Los valores de frecuencia cardíaca obtenidos en ambas épocas de estudio y para ambas razas fue muy similar, es decir, no hubo cambios significativos entre épocas ni entre razas ( cuadros 4, 5, 6, 7, figuras 8, 11, 16 y 17 ), pero en la época de invierno ( cuadro 13,

figura 40 ) la frecuencia cardíaca de las vacas F1 se vió asociada tanto a la temperatura máxima como a la mínima y se puede apreciar que dentro del rango de 10.9 a 30.0 C la frecuencia cardíaca disminuyó al decrecer la temperatura, fenómeno que no fue observado en la época de primavera ( cuadro 14, figura 41 ).

### 3. VALORES HEMATOLOGICOS.

Schalm (43) menciona que los factores que pueden afectar los valores de los elementos sanguíneos son: la nutrición, la edad, raza y grado de pureza genética y las condiciones en que se toma la muestra; de aquí que resulta impropio intentar comparar los valores establecidos por otros autores con los observados en el presente estudio, aunque exista cierta similitud con algunos de los resultados obtenidos en condiciones ambientales parecidas y/o con el mismo tipo de ganado (7,14,25,26,28,32), y menos aún con patrones establecidos y aceptados para bovinos en general (29,43,46).

#### a) Hematocrito.

Es bien sabido que al incrementarse la temperatura ambiente, el flujo sanguíneo se aumenta (5,22,24,30,) debido a la hemodilución provocada por un mayor consumo de agua para facilitar el enfriamiento evaporativo (26,43).

Aunque Bonachea y Pedroso (7) no encontraron cambios en el valor del hematocrito de vacas Holstein entre las dos épocas del año en Cuba, otros autores (7,22,25,26,32) coinciden en que al elevarse la temperatura ambiente, el hematocrito disminuye . Este mismo efecto fue

observado a través de las dos épocas de estudio en el presente trabajo, ya que el hematocrito fue mayor en invierno tanto en las vacas F1 como en las 3/4 H y menor en primavera.

García et al (14) y Koppel et al (25) afirman que en el trópico, el ganado con mayor porcentaje de raza europea presenta valores inferiores de hematocrito que el de razas asiáticas, lo cual coincide con las observaciones del presente trabajo, puesto que las vacas 3/4 H tuvieron un valor menor de hematocrito que las F1 en ambas épocas de estudio.

b) Glóbulos rojos.

Maust et al (28) encontraron una estrecha correlación negativa entre hematocrito y glóbulos rojos con la temperatura ambiente y que el decremento en el hematocrito es debido a la disminución de los glóbulos rojos. Otros autores concuerdan en que la tensión térmica es lo que disminuye la cuenta roja sanguínea (22,26,32,43), lo cual coincide con las cuentas superiores de glóbulos rojos obtenidas en la época de invierno en el presente estudio.

c) Glóbulos blancos y cuenta diferencial leucocitaria.

En cuanto a los leucocitos, hay quien afirma que un aumento en la temperatura ambiente, provoca una leucocitosis debida a una neutrofilia (26); por otro lado, hay quien dice que no hay variación en la cuenta blanca (7), o que incluso la tensión calórica provoca la disminución de los leucocitos (32).

Además, cualquier situación de tensión que provoque un esfuerzo al organismo animal estimula el aumento de la actividad de la corteza

adrenal, lo cual ocasiona una eosinopenia (7,43). Schalm (43) afirma que en los bovinos esta respuesta es muy débil, pero Lee et al (26) encontraron un incremento del 26.7 % en los eosinófilos de animales bajo tensión térmica.

En el presente trabajo se observó una cuenta blanca en las vacas 3/4 H mayor (  $P < 0.05$  ) durante la época de invierno que en la época de primavera, que concuerda con lo expresado por McDowell (32), pero el porcentaje de eosinófilos fue muy superior (  $P < 0.05$  ) en la época de calor, que coincide con lo encontrado por Lee et al (26). Estas dos respuestas ( leucopenia y eosinofilia ) fueron las que se observaron en el presente estudio en las vacas 3/4 H expuestas a la tensión provocada en un ambiente tropical.

En un ambiente caliente, el aumento de corticosteroides en sangre disminuye los eosinófilos; también disminuye los linfocitos y se aumentan los neutrófilos (7,26,43). Algo similar ocurrió en el presente estudio, ya que los neutrófilos segmentados disminuyeron en la época fría; sin embargo, la diferencia no fue significativa. En cambio, los neutrófilos en banda de las vacas 3/4 H sí se incrementaron considerablemente (  $P < 0.05$  ) en la época de primavera, en tanto que los linfocitos disminuyeron (  $P < 0.05$  ). Los linfocitos de las vacas F1 no respondieron al estímulo de la tensión calórica. Esto confirma que las vacas 3/4 H son afectadas por las condiciones climáticas adversas del trópico húmedo en mayor grado que las vacas F1 lo cual concuerda con los informes de García et al (14) y Koppel et al (25).

En cuanto a los monocitos y basófilos, los valores fueron similares entre razas y entre épocas sin ser significativa la diferencia

(  $P < 0.05$  ), lo cual indica que los cambios de los elementos del clima en las épocas del año en estudio no tuvieron influencia sobre los macrófagos ni sobre las células sanguíneas responsables de evitar la coagulación y la estasis de sangre y linfa. Sin embargo, no existen otros informes relacionados con los cuales pudiera confrontarse esta observación.

Preston y Willis (37) indican que las diferentes respuestas de las razas a cambios en humedad y temperatura reportados en la literatura se refieren a experimentos realizados en cámaras climáticas y no relacionados directamente con el comportamiento productivo, por lo que se concluye que es de gran importancia realizar estudios tanto para relacionar los cambios en la fisiología del animal con sus características productivas, como para evaluar económicamente si la craza que aparentemente es la más afectada en cuanto a su fisiología, es o no rentable en comparación con la productividad de ganado que supuestamente es el más adaptado.

V. LITERATURA CITADA

1. Amakiri, S.F. and Funsho, O.N.: Studies of rectal temperature, respiratory rates and heat tolerance in cattle in the humid tropics. Anim. Prod. 28: 329-335 (1979).
2. Avila, T.: Producción intensiva de ganado lechero. C.E.C.S.A. México, 1984.
3. Ayllón, T. y Gutiérrez, J.: Introducción a la observación meteorológica. Ed. Limusa. México, 1983.
4. Badinga, L., Collier, R.J., Thatcher, W.W. and Wilcox, C.J.: Effects of climatic and management factors on conception in subtropical environment. J. Dairy Sci. 68: 78-85 (1985).
5. Basurto, H. y Fuentes V.: Físicoquímica para veterinarios. Ed. Interamericana. México, 1985.
6. Berman, A., Folman, Y., Kaim, M., Mamen, M., Herz, Z., Wolfenson, D., Arieli, A. and Graber, Y.: Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high-yielding dairy cows in a subtropical climate. J. Dairy Sci. 68: 1488-1495 (1985).
7. Bonachea, S. y Pedroso, R.: Efecto de la gestación y las condiciones climáticas sobre los componentes hemáticos en la vaca. Rev. Cub. Reprod. Anim. 4: (2): 33-40 (1979).
8. Chatfield, Ch. and Collins, A.J.: Introduction to multivariate analysis. Chapman and Hall. London, 1980.
9. Christenson, R.K.: Environmental influences on the postpartum animal. J. Anim. Sci. Supl. II. 53-67 (1980).
10. C.I.E.E.G.T.: Boletín informativo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. 1979.
11. Collier, R.J., Beede, D.K., Thatcher, W.W., Israel, L.A. and Wilcox, C.J.: Influences of environmental and its modification on dairy animal health and production. J. Dairy Sci. 65: 2213-2227 (1982).
12. Fuquay, J.W.: Heat stress as it affects animal production. J. Anim. Sci. 52: 164-174 (1981).
13. García, E.: Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía. México, D.F., 1973.

14. García, L., Rodríguez, O.N., Corzo, J. y Cama, M.: Adaptabilidad del ganado Holstein al clima cálido-húmedo de Cuba. R. Cub. Cie. Vet. 10: 59-65 (1979).
15. González-Stagnaro. C.: Comportamiento reproductivo de las razas locales de rumiantes en el trópico americano. Memorias. Reproduction des ruminants en zone tropicale, Pointe-à-Pitre (FWI). Ed. INRA. Paris, 1983.
16. Graybill, F.A.: Theory an aplicacion of the linnear model. Edited by North Scituated, Mass. Duxburg, 1976.
17. Guevara, L.A., Rodríguez, T., Pacheco, C. Verde, O. y Espinosa, J.: Factores climáticos e índices fisiológicos de vacas lecheras. Memorias. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. 16: Rep. Dominicana (1981).
18. Gwazdauskas, F.C.: Effects of climate on reproduction in cattle. J. Dairy Sci. 68: 1568-1578 (1985).
19. Hafez, E.S.E.: Adaptation of domestic animals. Lea & Febiger. Philadelphia. 1968.
20. Hernández, J.J., Román, H., González, E. y Castillo, H.: Efecto de la temperatura máxima e índice de Temperatura-Humedad (ITH) en la fertilidad de vacas Holstein y Pardo Suizo en el trópico. Memorias Asociación Latinoamericana de Producción Animal. 16: 116. Rep. Dominicana (1981).
21. Hernández, J.J., Román, H., González, E.: Comportamiento reproductivo de ganado lechero en clima tropical. 3.Efecto de temperatura y humedad relativa sobre el porcentaje de concepción en vacas Holstein y Suizo Pardo. Tec. Pec. Mex. 46: 9-18 (1984).
22. Herz, A. and Steinhau, D.: The reaction of domestic animals to heat stress. Anim. Res. J. Dev. 7: 7-38 (1978).
23. Hippen, H.E. y Escobar, F.J.: Efecto de diferentes sistemas de crianza sobre el desarrollo del ternero y la productividad de la vaca en el trópico húmedo de México. Vet. Mex. 15: 83-92 (1984).
24. Kerlake, D.McK.: The stress of hot environments. Monographs of the Physiological Society. No. 29. University Press, Cambridge, G.B., 1972.
25. Koppel, E.T., Padilla, F.J., Hernández, J.J., Román, H., Pérez, J. y Castillo, H.: Comportamiento reproductivo del ganado bovino lechero en clima tropical. 4.Duracion del estro, ovulación y respuestas fisiológicas en tres genotipos en dos estaciones del año. Tec. Pec. Mex. 47: 71-77 (1984).

26. Lee, J.A., Rousset, J.D. and Beatty, J.F.: Effect of temperature-season on bovine adrenal cortical function, blood cell profile, and milk production. J. Dairy Sci. 59: (1) 104-108 (1976).
27. Mallonée, P.G., Beede, D.K., Collier, R.J. and Wilcox, C.J.: Production and Physiological responses of dairy cows to varying dietary potassium during heat stress. J. Dairy Sci. 68: 1479-1487 (1985).
28. Maust, L.E., McDowell, R.E. and Hooven N.W.: Effect of summer weather on performance of holstein cows in three stages of lactation. J. Dairy Sci. 55: (8): 1133-1139 (1972).
29. Medway, W., Prier, J.E. and Wilkinson, J.S.: A textbook of veterinary clinical pathology. The Williams & Wilkins Co. Baltimore, USA, 1979.
30. Monteith, J.L. and Mount, L.E.: Heat loss from animals and man. Butterworths. London, 1974.
31. Monty, D.E.: Early embryo death in cattle during thermal stress. Memorias Reproducción des ruminant en zone tropicale, Pointe-à-Pitre (FWI), Ed. INRA. Paris, 1983.
32. McDowell, R.E.: Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales. Ed. Acribia. Zaragoza, España. 1972.
33. Morales, H., Hinojosa, J.A. y Aguilar, J.A.: Comportamiento reproductivo de un hato Holstein en la Chontalpa, Tabasco. I. Intervalo parto-primer servicio e intervalo parto-concepción. Vet. Mex. 12: 217-221 (1981).
34. Olbrich, S.E., Martz, F.A., Johnson, H.D., Phillips, S.W., Lippincott, A.C., and Hilderbrand, E.S.: Effect of constant ambient temperatures of 10 C and 31 C on ruminal responses of cold tolerant and heat tolerant cattle. J. Anim. Sci. 34: (1) 64-69 (1972).
35. Ornelas, T. y Román, H.: Algunos efectos ambientales sobre el peso al nacer de becerros Holstein y Pardo Suizo en clima tropical. Memorias. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. 16: 118. Rep. Dominicana (1981).
36. Plonait, H.: Elementos de análisis clínico veterinario. Ed. Acribia. Zaragoza, España. 1984.
37. Preston, T.R. and Willis, M.B.: Producción intensiva de carne. Ed. Diana. México, 1983.
38. Rodríguez, T., Guevara, L., Nuñez, A., Verde, O. y Espinosa, J.: Índices fisiológicos de novillas lecheras en épocas seca y lluviosa. Memorias. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. 16: 115. Rep. Dominicana (1981).

39. Román, H., Thatcher, W.W., Buffington, D.E., Wilcox, C.J. and Van-Horn, H.H.: Physiological and production responses of dairy cattle to a shade structure in a subtropical environment. J. Dairy Sci. 60: (3): 424-430 (1977).
40. Román, H.: Efectos del stress térmico sobre la fertilidad del ganado bovino. Ciencia Veterinaria. 2: 265-291 (1978).
41. Román, H.: Potencial de producción de los bovinos en el trópico de México. Ciencia Veterinaria. 3: 393-431 (1981).
42. Román, H., Hernández, J.J. y Castillo, H.: Comportamiento reproductivo de ganado bovino lechero en clima tropical. I. Características reproductivas de vacas Holstein y Suizo Pardo. Tec. Pec. Mex. 45: 21-30 (1983).
43. Schalm, O.W.: Hematología Veterinaria. Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana. México, 1964.
44. Senft, R.L. and Rittenhouse, R.L.: A model of thermal acclimation in cattle. J. Anim. Sci. 61: 2 (1985).
45. Sharpe, P.H. and King, G.J.: Postpartum ovarian function of dairy cows in tropical environment. J. Dairy Sci. 64: 672-677 (1981).
46. Spörri, H. y Stünzi, H.: Fisiopatología Veterinaria. Ed. Acribia. Zaragoza, España, 1969.
47. Swenson, M.: Dukes' Physiology of domestic animals. Cornell University Press. London, 1977.
48. Thatcher, W.W., Badinga, L., Collier, R.J., Head, H.H. and Wilcox, C.J.: Thermal stress effects on the bovine conceptus: early and late pregnancy. Memorias. Reproduction des ruminants en zone tropicale, Pointe-à-Pitre (FWI). Ed. INRA. Paris, 1983.
49. Williamson, G. and Payne, W.J.A.: An introduction to animal husbandry in tropics. 3th. Longman. London, 1978.
50. Yousef, M.K.: Stress physiology in livestock. Vol. II Ungulates. CRC Press, Inc. Boca Ratón, Florida, 1985.

C U A D R O S

CUADRO 1. TEMPERATURA AMBIENTE POR SEMANA EN LA ORDEÑA  
EN DOS EPOCAS DEL AÑO.

SEMANA	INVIERNO	PRIMAVERA
1	23.67	17.50
2	23.09	22.88
3	19.84	23.06
4	19.91	25.12
5	18.17	23.92
6	17.81	25.75
7	19.57	25.92
8	15.79	23.33
9	14.22	25.44
10	17.05	25.38
11	15.10	26.58
12	19.00	
13	18.16	
$\bar{x}$	n=13 18.56	n=11 24.08

CUADRO 2. CONDICIONES CLIMATICAS POR SEMANA EN LA EPOCA DE INVIERNO.

SEM	T MAXIMA ( C )	T MINIMA ( C )	T MEDIA ( C )	P PLUVIAL ( mm )	EVAPORAC ( mm )	HUMEDAD RELATIVA ( % )
1	29.2	19.5	23.8	5.7	2.9	77.7
2	30.4	17.7	23.5	7.0	2.8	76.8
3	25.3	17.0	19.7	106.4	7.9	84.1
4	27.0	15.9	22.0	9.2	1.0	73.9
5	19.8	14.3	17.1	9.2	0.8	85.0
6	25.0	15.1	20.2	24.7	1.3	80.1
7	25.8	16.1	21.1	0.1	2.5	78.0
8	21.7	13.2	15.8	22.0	0.6	81.9
9	23.5	10.9	17.0	0.0	3.0	66.2
10	25.6	13.1	19.3	0.0	3.2	72.5
11	24.3	12.1	18.0	16.7	2.0	70.8
12	27.3	16.3	21.6	0.0	2.6	75.7
13	24.3	14.9	19.5	24.9	1.6	88.6
$\bar{x}$	25.3	15.1	19.9	225.9	2.5	77.3

\* PROMEDIO SEMANAL

\*\* ACUMULADO POR SEMANA

CUADRO 3. CONDICIONES CLIMATICAS POR SEMANA EN LA EPOCA DE PRIMAVERA.

SEM	T MAXIMA ( C )	T MINIMA ( C )	T MEDIA ( C )	P PLUVIAL ( mm )	EVAPORAC ( mm )	HUMEDAD RELATIVA ( % )
1	23.6	14.8	19.3	6.1	2.6	75.3
2	30.2	16.5	23.8	0.0	4.4	70.0
3	31.2	19.7	25.4	0.4	3.9	72.2
4	32.8	21.3	26.5	0.0	3.8	71.4
5	31.1	19.6	24.3	99.1	4.8	76.6
6	30.3	21.6	25.9	0.1	3.2	74.9
7	31.8	21.5	26.7	0.0	0.5	72.3
8	34.0	21.7	27.9	7.0	4.5	70.8
9	31.6	20.8	25.6	20.5	4.0	66.4
10	31.9	21.9	26.2	69.2	4.9	75.4
11	31.3	23.0	26.3	17.3	4.8	85.2
$\bar{X}$	30.9	20.2	25.3	219.7	3.8	73.7

\* PROMEDIO SEMANAL

\*\* ACUMULADO POR SEMANA

CUADRO 4. EFECTO DE LA EPOCA DEL AÑO SOBRE CONSTANTES FISIOLÓGICAS Y HEMÁTICAS (  $\bar{x} \pm D.E.$  ) DE VACAS FI ( H x Ib ).

EPOCA	T.R.	F.R.	F.C.	Ht	G.R.	G.B.
INVIERNO	38.41a ±0.07	23.61a ±2.19	67.18a ±1.34	31.55a ±0.72	7.05a ±0.07	12.95a ±0.43
PRIMAVERA	38.56b ±0.08	28.39b ±2.59	70.11a ±1.59	29.98b ±0.85	6.90a ±0.08	13.89a ±0.51

EPOCA	N SEGM	BANDA	LINFOC	MONOC	EOSINO	BASOF
INVIERNO	28.58a ±0.90	1.73a ±0.27	54.05a ±1.38	4.91a ±0.39	10.54a ±0.61	0.50a ±0.01
PRIMAVERA	26.61a ±1.07	2.32a ±0.32	57.06a ±1.63	4.07a ±0.46	9.21a ±0.72	0.49a ±0.01

DIFERENTE LITERAL EN LAS COLUMNAS INDICA DIFERENCIA SIGNIFICATIVA (  $P < 0.05$  ).

CUADRO 5. EFECTO DE LA EPOCA DEL AÑO SOBRE CONSTANTES FISIOLÓGICAS Y HEMÁTICAS (  $\bar{x} \pm D.E.$  ) DE VACAS 3/4 H x 1/4 Ib.

EPOCA	T.R.	F.R.	F.C.	Ht	G.R.	G.B.
INVIERNO	38.41a ±0.10	22.69a ±2.16	68.07a ±0.16	29.27a ±0.09	6.79a ±0.19	14.49a ±1.22
PRIMAVERA	32.62b ±0.11	27.40b ±2.55	68.41a ±0.18	29.08a ±0.10	6.37a ±0.23	11.82b ±1.45

EPOCA	N SEGM	BANDA	LINFOC	MONOC	EOSINO	BASOF
INVIERNO	26.41a ±0.68	1.52a ±0.62	57.93a ±2.05	3.98a ±0.08	8.97a ±2.35	0.75a ±0.16
PRIMAVERA	24.92a ±0.81	2.87b ±0.74	53.46b ±2.42	4.15a ±0.10	14.10b ±2.78	0.41a ±0.19

DIFERENTE LITERAL EN LAS COLUMNAS INDICA DIFERENCIA SIGNIFICATIVA (  $P < 0.05$  ).

CUADRO 6. EFECTO DE RAZA SOBRE CONSTANTES FISIOLÓGICAS Y HEMÁTICAS (  $\bar{x} \pm D.E.$  ) EN LA ÉPOCA DE INVIERNO.

RAZA	T.R.	F.R.	F.C.	Ht	G.R.	G.B.
F1	38.41a $\pm 0.00$	23.66a $\pm 0.46$	67.22a $\pm 0.44$	31.56a $\pm 1.14$	7.05a $\pm 0.13$	12.95a $\pm 0.77$
3/4 H	38.42a $\pm 0.00$	22.75a $\pm 0.46$	68.10a $\pm 0.44$	29.28b $\pm 1.14$	6.78a $\pm 0.13$	14.49b $\pm 0.77$

RAZA	N SEGM	BANDA	LINFOC	MONOC	EOSINO	BASOF
F1	28.62a $\pm 1.09$	1.73a $\pm 0.11$	54.09a $\pm 1.92$	4.91a $\pm 0.47$	10.54a $\pm 0.78$	0.50a $\pm 0.12$
3/4 H	26.45a $\pm 1.09$	1.52a $\pm 0.11$	57.94a $\pm 1.92$	3.98a $\pm 0.47$	8.97a $\pm 0.78$	0.75a $\pm 0.12$

DIFERENTE LITERAL EN LAS COLUMNAS INDICA DIFERENCIA SIGNIFICATIVA (  $P < 0.05$  ).

CUADRO 7. EFECTO DE RAZA SOBRE CONSTANTES FISIOLÓGICAS Y HEMÁTICAS (  $\bar{x} \pm$  D.E. ) EN LA ÉPOCA DE PRIMAVERA.

RAZA	T.R.	F.R.	F.C.	Ht	G.R.	G.B.
F1	38.55a $\pm 0.04$	28.22a $\pm 0.64$	69.86a $\pm 0.73$	29.99a $\pm 0.45$	6.90a $\pm 0.27$	13.90a $\pm 1.04$
3/4 H	38.62a $\pm 0.04$	26.93b $\pm 0.64$	68.40a $\pm 0.73$	29.09b $\pm 0.45$	6.37a $\pm 0.27$	11.82b $\pm 1.04$

RAZA	N SEGM	BANDA	LINFOC	MONOC	EOSINO	BASOF
F1	26.66a $\pm 0.85$	2.32a $\pm 0.28$	57.12a $\pm 1.82$	4.07a $\pm 0.04$	9.21a $\pm 2.45$	0.49a $\pm 0.04$
3/4 H	24.96a $\pm 0.85$	2.88a $\pm 0.28$	53.47b $\pm 1.82$	4.16a $\pm 0.04$	14.10b $\pm 2.45$	0.41a $\pm 0.04$

DIFERENTE LITERAL EN LAS COLUMNAS INDICA DIFERENCIA SIGNIFICATIVA (  $P < 0.05$  ).

CUADRO 8. COEFICIENTE DE CORRELACION DE LOS ELEMENTOS DEL CLIMA.

---

	T MEDIA	T MAXIMA	T MINIMA	P PLUVIAL	EVAPORAC
T MAXIMA	.9710 P=.000				
T MINIMA	.9430 P=.000	.8774 P=.000			
P PLUVIAL	-.0169 P=.469	.0242 P=.455	.1330 P=.268		
EVAPORACION	.3872 P=.031	.4515 P=.013	.4186 P=.021	.5730 P=.002	
HUMEDAD RELATIVA	-.2865 P=.087	-.3966 P=.028	-.0327 P=.440	.3578 P=.043	-.0347 P=.436

---

CUADRO 9. COEFICIENTE DE CORRELACION DE CONSTANTES FISIOLÓGICAS Y HEMÁTICAS DE LAS VACAS F1 EN LA EPOCA DE INVIERNO.

	TR	FR	FC	HT	GR	GB	NS	NB	Ln	Mo	Eo
FR	.8062 P=.000										
FC	.7367 P=.002	.7824 P=.001									
Ht	-.3528 P=.119	-.4986 P=.041	-.6903 P=.005								
GR	-.5142 P=.036	-.4001 P=.088	-.4109 P=.082	.0756 P=.403							
GB	-.6203 P=.012	-.5991 P=.015	-.7389 P=.002	.2003 P=.256	.4226 P=.075						
NS	.3414 P=.127	.4331 P=.070	.4525 P=.060	-.4071 P=.084	.1100 P=.360	-31.43 P=.148					
NB	.4802 P=.048	.4957 P=.042	.4300 P=.071	-.3709 P=.106	-.3640 P=.111	-.2401 P=.215	.6457 P=.009				
Ln	-.0190 P=.475	.0447 P=.442	-.1350 P=.330	.2162 P=.239	-.3603 P=.113	-.0110 P=.486	-.7759 P=.001	-.4608 P=.057			
Mo	.1598 P=.301	-.0235 P=.470	.0922 P=.382	-.0682 P=.412	.2886 P=.169	-.2604 P=.195	-.1181 P=.350	-.4342 P=.069	-.0073 P=.491		
Eo	-.8116 P=.000	-.9314 P=.000	-.8086 P=.000	.4850 P=.046	.5967 P=.016	.6576 P=.007	-.3514 P=.120	-.4789 P=.049	-.1887 P=.269	.0680 P=.413	
Bs	-.2854 P=.172	-.0264 P=.466	.0156 P=.480	-.0098 P=.487	.4887 P=.045	.2181 P=.237	.0058 P=.493	-.1682 P=.291	-.1866 P=.271	-.0007 P=.499	.2277 P=.227

CUADRO 10. COEFICIENTE DE CORRELACION DE CONSTANTES FISIOLÓGICAS Y HEMÁTICAS DE LAS VACAS 3/4 H EN LA ÉPOCA DE INVIERNO.

	TR	FR	FC	HT	GR	GB	NS	NB	Ln	Mo	Eo
FR	.4898 P=.045										
FC	.2391 P=.216	.4284 P=.072									
Ht	-.3746 P=.104	-.5149 P=.036	-.4666 P=.054								
GR	-.4746 P=.051	-.5927 P=.016	-.4413 P=.066	.3772 P=.102							
GB	-.1198 P=.348	.0394 P=.449	.0975 P=.376	-.1310 P=.335	.3019 P=.158						
NS	-.1260 P=.341	-.0828 P=.394	.1839 P=.274	-.1063 P=.365	.3536 P=.118	.7636 P=.001					
NB	.2487 P=.206	.1829 P=.275	.0553 P=.429	-.1480 P=.315	.3117 P=.150	-.1640 P=.296	-.2017 P=.254				
Ln	.2214 P=.234	.3921 P=.093	-.0198 P=.474	-.3732 P=.105	-.5860 P=.018	-.6032 P=.015	-.7945 P=.001	.0665 P=.415			
Mo	-.0930 P=.381	-.3372 P=.130	-.2104 P=.245	.2817 P=.176	-.2087 P=.247	-.5968 P=.016	-.6145 P=.013	-.0528 P=.432	.5081 P=.038		
Eo	-.1893 P=.268	-.3198 P=.143	-.2655 P=.190	.7430 P=.002	.6107 P=.013	.1287 P=.338	.1115 P=.358	.0721 P=.407	-.5363 P=.029	.0885 P=.387	
Bs	.2691 P=.187	.0062 P=.492	-.3825 P=.099	.2576 P=.198	-.2273 P=.228	-.0390 P=.450	-.1889 P=.268	-.1535 P=.308	.1016 P=.371	.1372 P=.327	.0141 P=.482

CUADRO 11. COEFICIENTE DE CORRELACION DE CONSTANTES FISIOLÓGICAS Y HEMÁTICAS DE LAS VACAS F1 EN LA ÉPOCA DE PRIMAVERA.

	TR	FR	FC	HT	GR	GB	NS	NB	Ln	Mo	Eo
FR	.6268 P=.020										
FC	.2977 P=.187	.4789 P=.068									
Ht	-.3198 P=.169	-.3103 P=.177	-.4916 P=.062								
GR	.0359 P=.458	-.0920 P=.394	-.6616 P=.013	.0362 P=.458							
GB	-.0315 P=.473	.0814 P=.406	-.5118 P=.054	.1334 P=.348	.7541 P=.004						
NS	.1825 P=.296	.2122 P=.265	-.0637 P=.426	-.1084 P=.376	.1037 P=.381	.0626 P=.427					
NB	.2043 P=.273	-.1460 P=.334	-.1503 P=.330	-.6086 P=.023	.2440 P=.235	-.0562 P=.435	.0527 P=.439				
Ln	-.1096 P=.374	.0777 P=.410	.1839 P=.294	.2489 P=.230	-.2723 P=.209	.0859 P=.401	-.8390 P=.001	-.4411 P=.087			
Mo	.5035 P=.057	.3852 P=.121	.1110 P=.373	-.4976 P=.060	-.0736 P=.415	-.1294 P=.352	.4774 P=.069	.6138 P=.022	-.4825 P=.066		
Eo	-.1523 P=.327	-.2010 P=.277	-.3344 P=.157	.0390 P=.455	.6256 P=.020	.1386 P=.342	.4068 P=.107	.0903 P=.396	-.6540 P=.015	-.0824 P=.405	
Bs	.4289 P=.094	.1994 P=.278	-.2794 P=.203	.2947 P=.189	.4576 P=.079	.1938 P=.284	.4041 P=.109	-.2561 P=.224	-.3435 P=.151	-.1314 P=.350	.4568 P=.079

CUADRO 12. COEFICIENTE DE CORRELACION DE CONSTANTES FISIOLÓGICAS Y HEMÁTICAS DE LAS VACAS 3/4 H EN LA EPOCA PRIMAVERA.

	TR	FR	FC	HT	GR	GB	NS	NB	Ln	Mo	Eo
FR	.6070 P=.024										
FC	.2071 P=.271	-.1074 P=.377									
Ht	-.6588 P=.014	-.4020 P=.110	.1346 P=.347								
GR	-.0551 P=.436	-.2452 P=.234	.2365 P=.242	.1602 P=.319							
GB	.2215 P=.256	.0711 P=.418	-.0897 P=.397	-.4282 P=.094	.5837 P=.030						
NS	-.5085 P=.055	-.6515 P=.015	-.1701 P=.309	.2099 P=.268	.0705 P=.418	.1199 P=.363					
NB	.3641 P=.135	.3073 P=.179	.1740 P=.304	-.1311 P=.350	.4192 P=.100	.2496 P=.230	-.4779 P=.069				
Ln	.3766 P=.127	.5116 P=.054	.1155 P=.368	-.2871 P=.196	-.3193 P=.169	-.4734 P=.071	-.5267 P=.048	-.1589 P=.320			
Mo	.3501 P=.146	.5795 P=.031	.0657 P=.424	-.0845 P=.402	-.1858 P=.292	.0414 P=.452	.0049 P=.494	.1133 P=.370	.0602 P=.430		
Eo	.1855 P=.292	.4367 P=.090	-.3533 P=.143	-.2466 P=.232	-.0106 P=.488	.1541 P=.326	-.7375 P=.005	.5060 P=.056	.0765 P=.412	-.2020 P=.276	
Bs	-.0349 P=.459	-.1126 P=.371	.0504 P=.441	-.3077 P=.179	.4818 P=.067	.8396 P=.001	.1335 P=.348	.1398 P=.341	-.4613 P=.077	-.2984 P=.186	.1623 P=.317

CUADRO 13. COEFICIENTE DE CORRELACION DE LOS ELEMENTOS DEL CLIMA CON LAS CONSTANTES FISIOLÓGICAS Y HEMÁTICAS DE LAS VACAS F1 EN LA ÉPOCA DE INVIERNO.

	T MEDIA	T MAXIMA	T MINIMA	P PLUVIAL	EVAPORAC	HUMEDAD RELATIVA
TR	.5091 P=.038	.4201 P=.076	.7902 P=.001	.2285 P=.226	.1605 P=.300	.5141 P=.036
FR	.7673 P=.001	.6870 P=.005	.8308 P=.000	.0513 P=.434	.2324 P=.222	.1909 P=.266
FC	.4654 P=.055	.4781 P=.049	.5689 P=.021	.1994 P=.257	.3631 P=.111	.0352 P=.455
Ht	-.4483 P=.062	-.5796 P=.019	-.3583 P=.115	-.0959 P=.378	-.1794 P=.279	.3112 P=.150
GR	-.2194 P=.236	-.0037 P=.495	-.3805 P=.100	-.1995 P=.257	-.0179 P=.477	-.2802 P=.177
GB	-.3465 P=.123	-.3117 P=.150	-.5078 P=.038	-.1843 P=.273	-.5491 P=.026	-.0878 P=.388
NS	.4399 P=.066	.4107 P=.082	.5084 P=.038	-.1969 P=.260	.0804 P=.397	.0445 P=.443
NB	.4276 P=.073	.3647 P=.110	.4706 P=.052	-.3031 P=.157	-.2429 P=.212	.0167 P=.478
Ln	.0679 P=.413	-.0482 P=.438	.0436 P=.444	.3086 P=.152	.1151 P=.354	.1471 P=.316
Mo	.0658 P=.415	.2322 P=.223	.0625 P=.420	.0975 P=.376	.3249 P=.139	-.0677 P=.413
Eo	-.7796 P=.001	-.6521 P=.008	-.8703 P=.000	-.2132 P=.242	-.3249 P=.139	-.2543 P=.201
Bs	-.1102 P=.360	-.0038 P=.495	-.3911 P=.093	-.5722 P=.021	-.3860 P=.096	-.4374 P=.067

CUADRO 14. COEFICIENTE DE CORRELACION DE LOS ELEMENTOS DEL CLIMA CON LAS CONSTANTES FISIOLÓGICAS Y HEMÁTICAS DE LAS VACAS 3/4 H EN LA EPOCA DE INVIERNO.

	T MEDIA	T MAXIMA	T MINIMA	P PLUVIAL	EVAPORAC	HUMEDAD RELATIVA
TR	.1285 P=.338	.0784 P=.400	.5273 P=.032	.3348 P=.132	.1238 P=.343	.6222 P=.012
FR	.6920 P=.004	.5343 P=.030	.7763 P=.001	.1435 P=.320	.0470 P=.439	.3665 P=.109
FC	.3106 P=.151	.3373 P=.130	.3869 P=.096	.3979 P=.089	.3968 P=.090	-.0642 P=.417
Ht	-.4296 P=.071	-.4171 P=.078	-.3810 P=.099	.2907 P=.168	.0276 P=.464	.2081 P=.248
GR	-.3341 P=.132	-.0720 P=.408	-.6434 P=.009	-.4290 P=.072	-.2843 P=.173	-.6194 P=.012
GB	-.1872 P=.270	-.1601 P=.301	-.3099 P=.151	-.1683 P=.291	-.1451 P=.318	-.2985 P=.161
NS	-.1022 P=.370	.0592 P=.424	-.2555 P=.200	.0738 P=.405	.1799 P=.278	-.3897 P=.094
NB	.3165 P=.146	.4508 P=.061	.2573 P=.198	-.3861 P=.096	-.2989 P=.161	-.0870 P=.389
Ln	.2306 P=.224	.0507 P=.435	.3248 P=.139	-.1367 P=.328	-.2176 P=.238	.3164 P=.146
Mo	-.3662 P=.109	-.3957 P=.090	-.2031 P=.253	.1750 P=.284	.0625 P=.420	.3244 P=.140
Eo	-.3183 P=.145	-.1578 P=.303	-.3542 P=.118	.2881 P=.170	.1549 P=.303	-.0580 P=.425
Bs	.0034 P=.496	-.1354 P=.330	.1202 P=.348	.1055 P=.366	-.0534 P=.431	.4339 P=.069

CUADRO 15. COEFICIENTE DE CORRELACION DE LOS ELEMENTOS DEL CLIMA CON LAS CONSTANTES FISIOLÓGICAS Y HEMÁTICAS DE LAS VACAS F1 EN LA ÉPOCA DE PRIMAVERA.

	T MEDIA	T MAXIMA	T MINIMA	P PLUVIAL	EVAPORAC	HUMEDAD RELATIVA
TR	.5744 P=.032	.5855 P=.029	.4697 P=.072	-.3135 P=.174	.0497 P=.442	-.0383 P=.455
FR	.6781 P=.011	.6073 P=.024	.6163 P=.022	-.1006 P=.384	.3746 P=.128	.2230 P=.255
FC	-.0755 P=.413	-.1251 P=.357	-.2478 P=.231	-.5698 P=.034	-.0380 P=.456	-.2131 P=.265
Ht	-.0190 P=.478	.0820 P=.405	-.0484 P=.444	.2757 P=.206	.3714 P=.130	.0723 P=.416
GR	.2346 P=.244	.1851 P=.293	.3877 P=.119	.1154 P=.368	.0529 P=.439	.2673 P=.213
GB	.2165 P=.261	.2737 P=.208	.2658 P=.215	.4716 P=.072	.4226 P=.098	.1716 P=.307
NS	.2676 P=.213	.2032 P=.274	.4841 P=.066	.1832 P=.295	.2907 P=.193	.2516 P=.228
NB	.1675 P=.311	.0630 P=.427	.2251 P=.253	-.1529 P=.327	-.7881 P=.002	-.1182 P=.365
Ln	-.1456 P=.335	-.0013 P=.499	-.4075 P=.107	.0894 P=.397	.2048 P=.273	-.2229 P=.255
Mo	.6608 P=.013	.6108 P=.023	.6284 P=.019	-.0343 P=.460	-.2512 P=.228	-.3067 P=.179
Eo	.0136 P=.484	-.1575 P=.322	.2694 P=.212	-.2818 P=.201	-.0870 P=.400	.2414 P=.237
Bs	.2616 P=.219	.2728 P=.209	.3707 P=.131	-.0441 P=.449	.4388 P=.088	.4923 P=.062

CUADRO 16. COEFICIENTE DE CORRELACION DE LOS ELEMENTOS DEL CLIMA CON LAS CONSTANTES FISIOLÓGICAS Y HEMÁTICAS DE LAS VACAS 3/4 H EN LA EPOCA DE PRIMAVERA.

	T MEDIA	T MAXIMA	T MINIMA	P PLUVIAL	EVAPORAC	HUMEDAD RELATIVA
TR	.5517 P=.039	.5383 P=.044	.4933 P=.062	-.2660 P=.215	-.3328 P=.159	-.3266 P=.164
FR	.7990 P=.002	.6639 P=.013	.9058 P=.000	-.1372 P=.344	-.0479 P=.444	.0810 P=.406
FC	-.1941 P=.284	-.3046 P=.181	-.2581 P=.222	-.6054 P=.024	-.4319 P=.092	-.3256 P=.164
Ht	-.2181 P=.260	-.2419 P=.237	-.2466 P=.232	.1861 P=.292	.2264 P=.252	-.1333 P=.348
GR	-.3149 P=.173	-.4457 P=.085	-.3038 P=.182	-.4644 P=.075	-.5315 P=.046	-.1422 P=.338
GB	-.1321 P=.349	-.2528 P=.227	.0648 P=.425	-.0609 P=.429	-.3801 P=.124	.4088 P=.106
NS	-.6226 P=.020	-.5423 P=.042	-.6194 P=.021	.1746 P=.304	.1239 P=.358	.2664 P=.214
NB	.4181 P=.100	.3555 P=.142	.3144 P=.173	-.4850 P=.065	.1275 P=.354	-.2095 P=.268
Ln	.3705 P=.131	.3383 P=.154	.2964 P=.188	-.3456 P=.149	-.3472 P=.148	-.3249 P=.165
Mo	.3688 P=.132	.3059 P=.180	.4143 P=.103	-.0870 P=.400	.0834 P=.404	-.1089 P=.375
Eo	.4174 P=.101	.4048 P=.108	.5158 P=.052	.1906 P=.287	.2533 P=.226	.0820 P=.405
Bs	-.3359 P=.156	-.4795 P=.068	-.0725 P=.416	-.0739 P=.415	-.2650 P=.215	.6566 P=.014

F I G U R A S

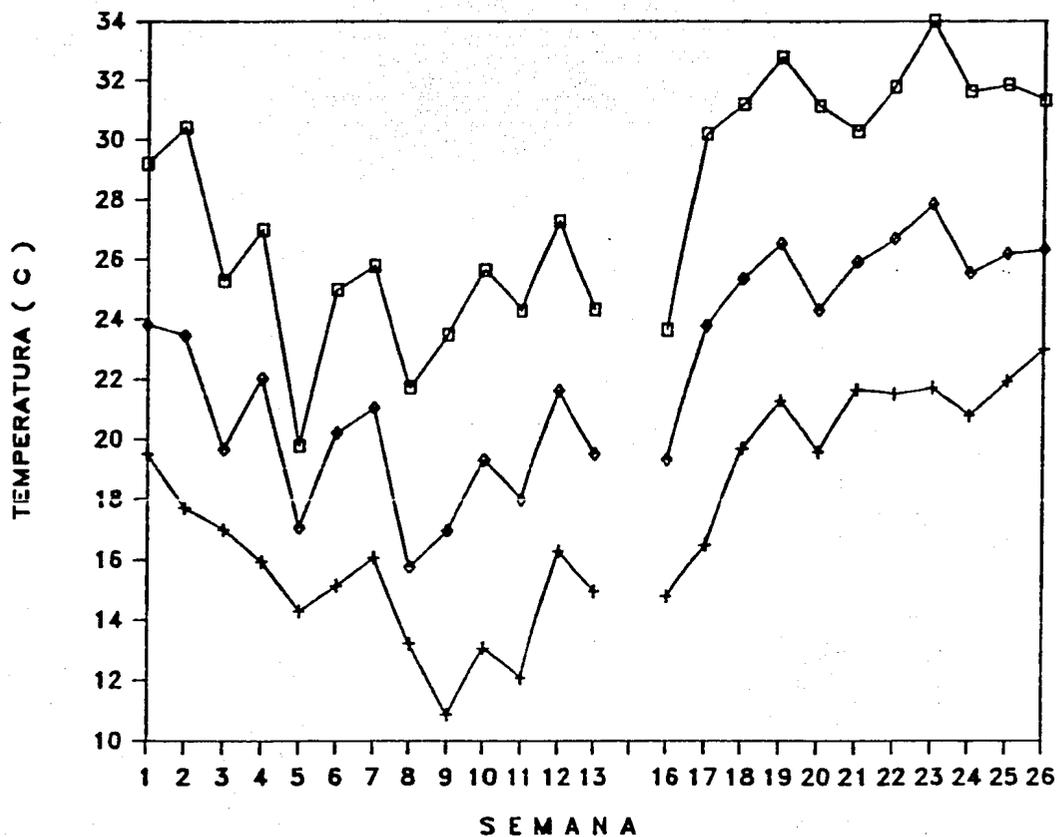


FIGURA 1. Temperatura ambiente por semana en dos épocas del año: invierno ( noviembre a febrero ) y primavera ( marzo a junio ).

□ Temperatura máxima (TMx)

◇ Temperatura media (TMd)

+ Temperatura mínima (TMn)

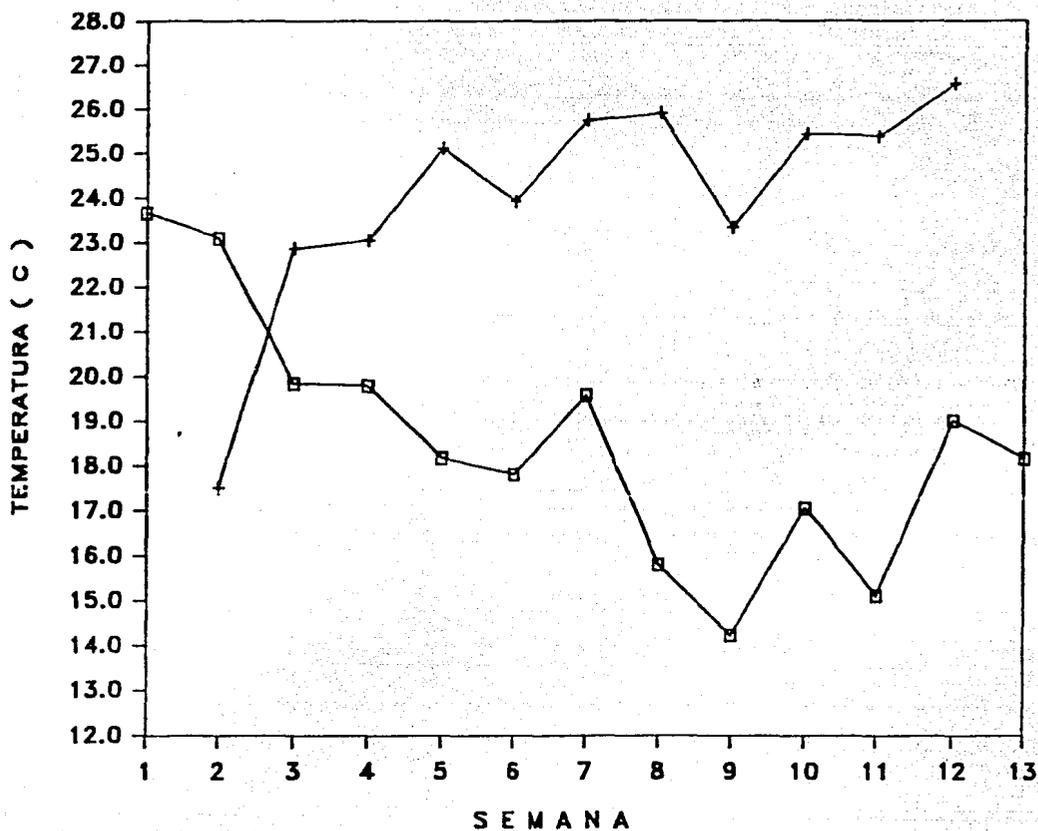


FIGURA 2. Temperatura media por semana en el momento de ordeño en dos épocas del año (□ invierno y + primavera ).

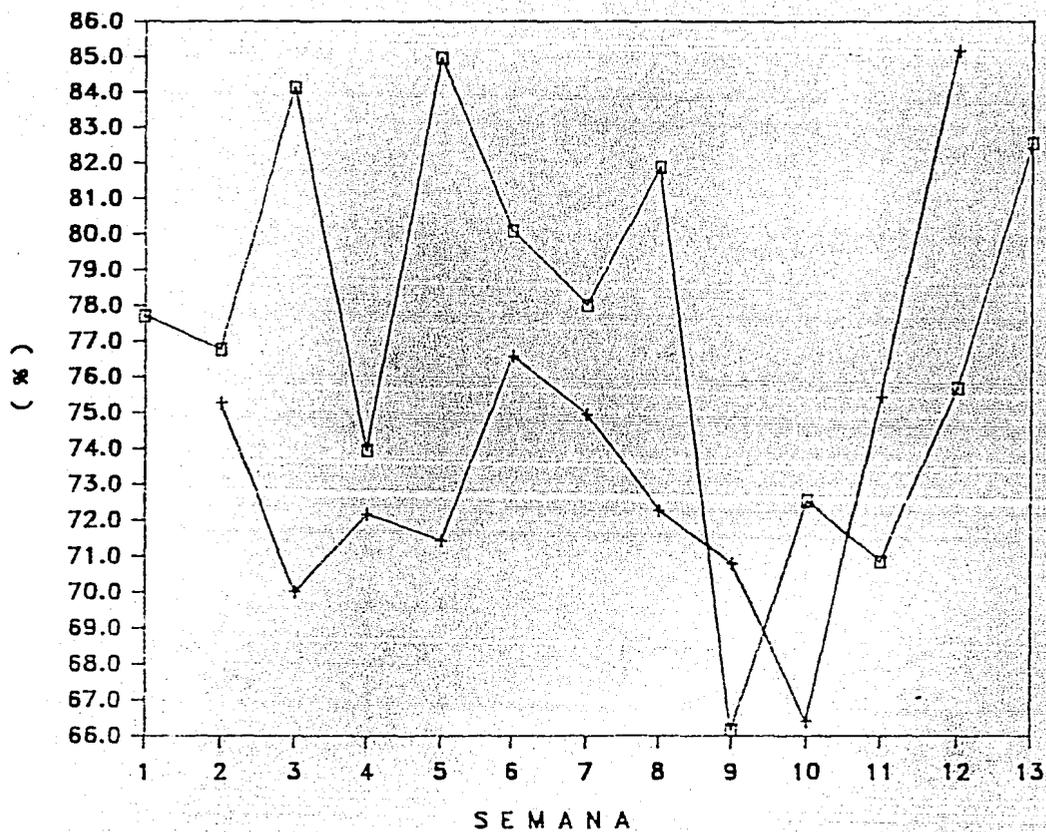


FIGURA 3. Humedad relativa por semana en dos épocas del año (□ invierno y + primavera).

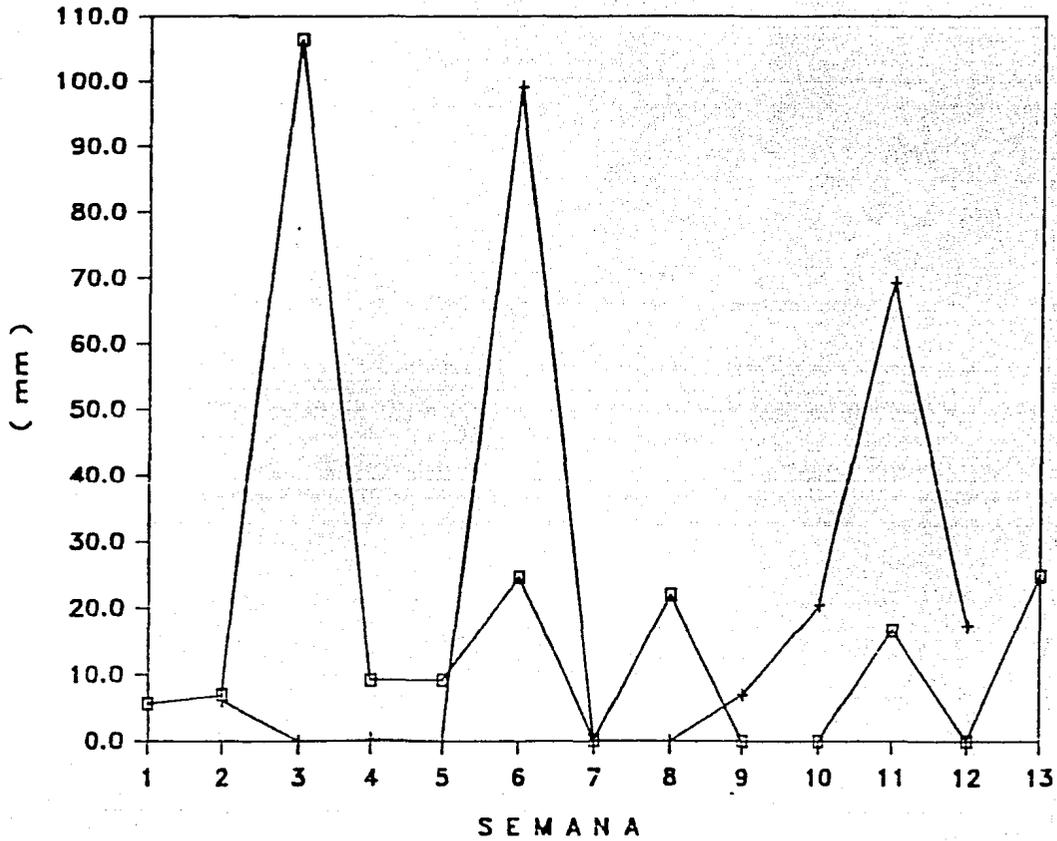


FIGURA 4. Precipitación pluvial por semana en dos épocas del año ( □ invierno y + primavera ).

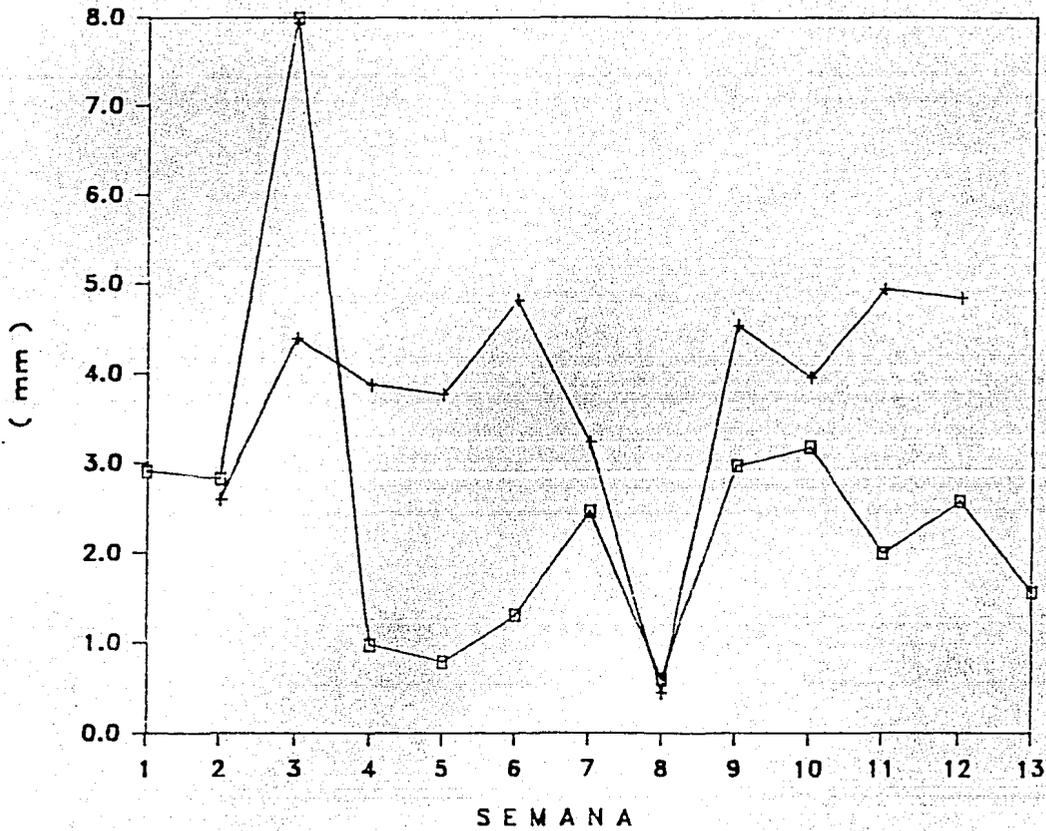


FIGURA 5. Porcentaje de evaporación por semana en dos épocas del año ( □ invierno y + primavera ).

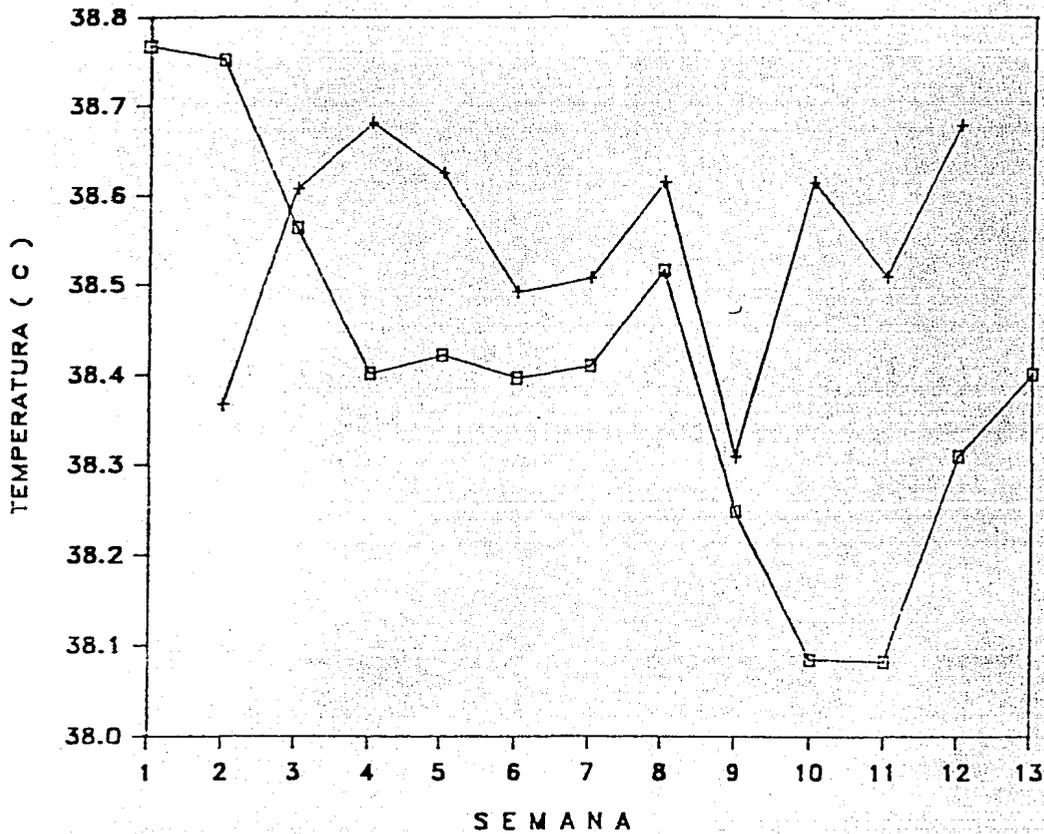


FIGURA 6. Temperatura rectal de las vacas F1 en dos épocas del año ( □ invierno y + primavera ).

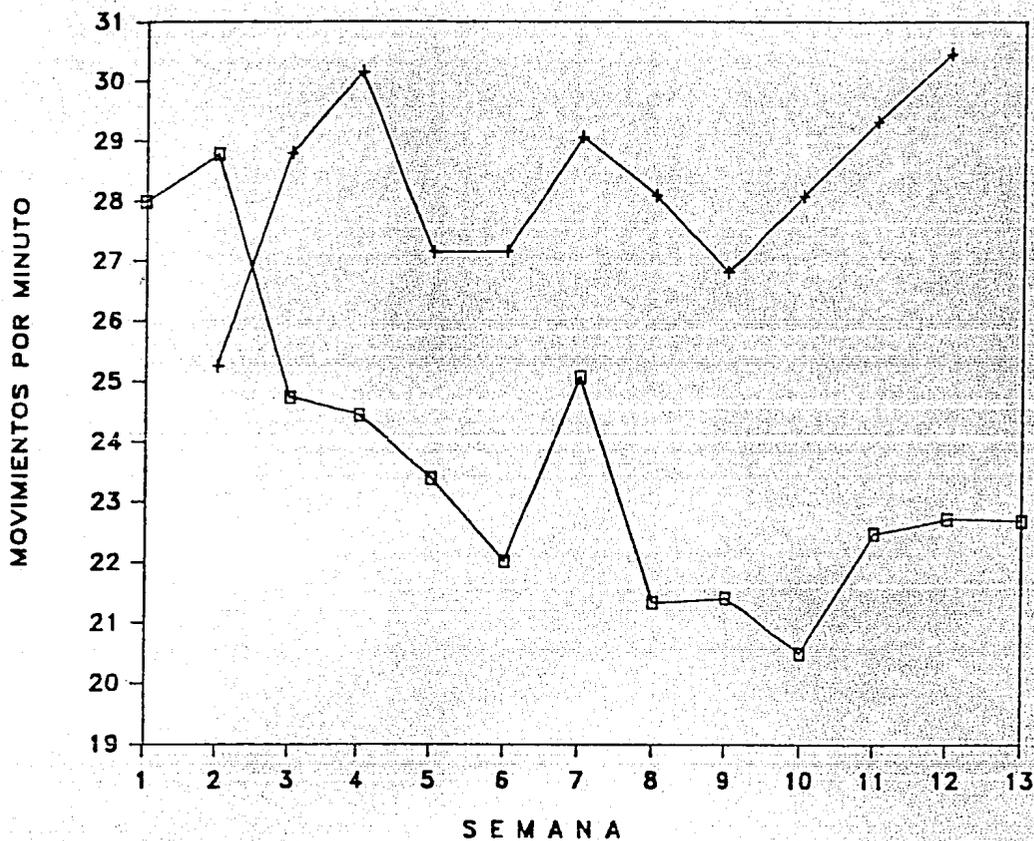


FIGURA 7. Frecuencia respiratoria de las vacas F1 en dos épocas del año ( □ invierno y + primavera ).

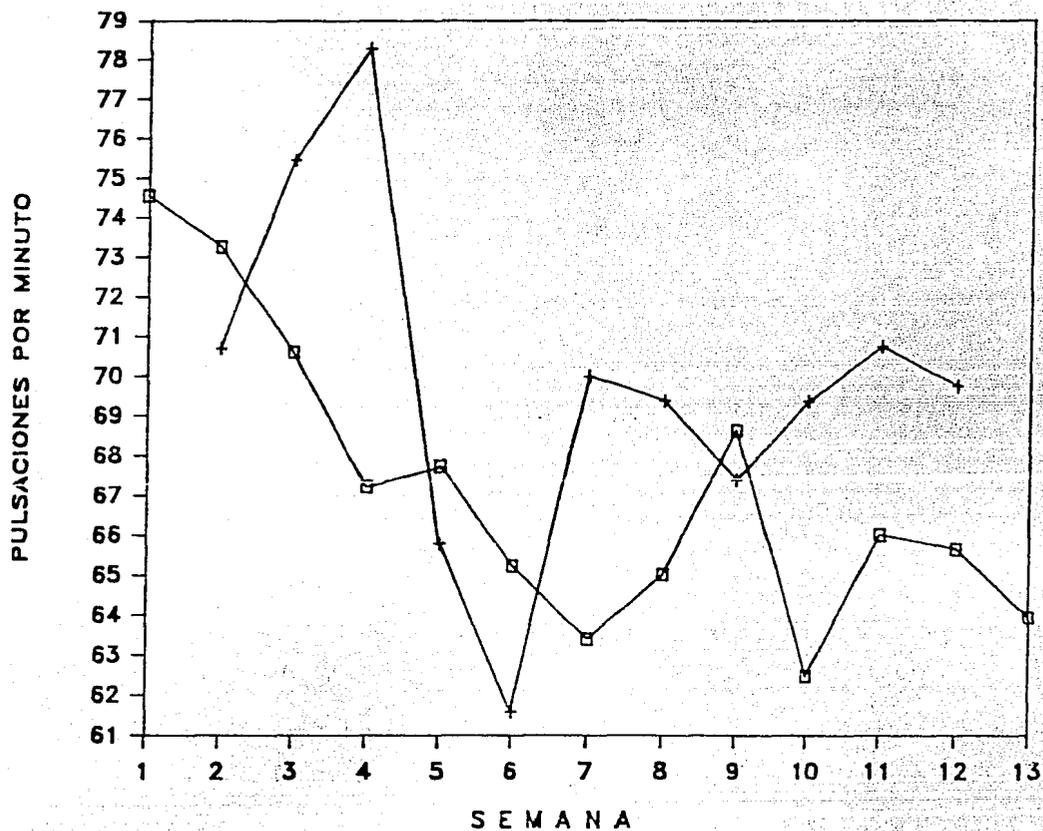


FIGURA 8. Frecuencia cardíaca de las vacas F1 en dos épocas del año ( □ invierno y + primavera ).

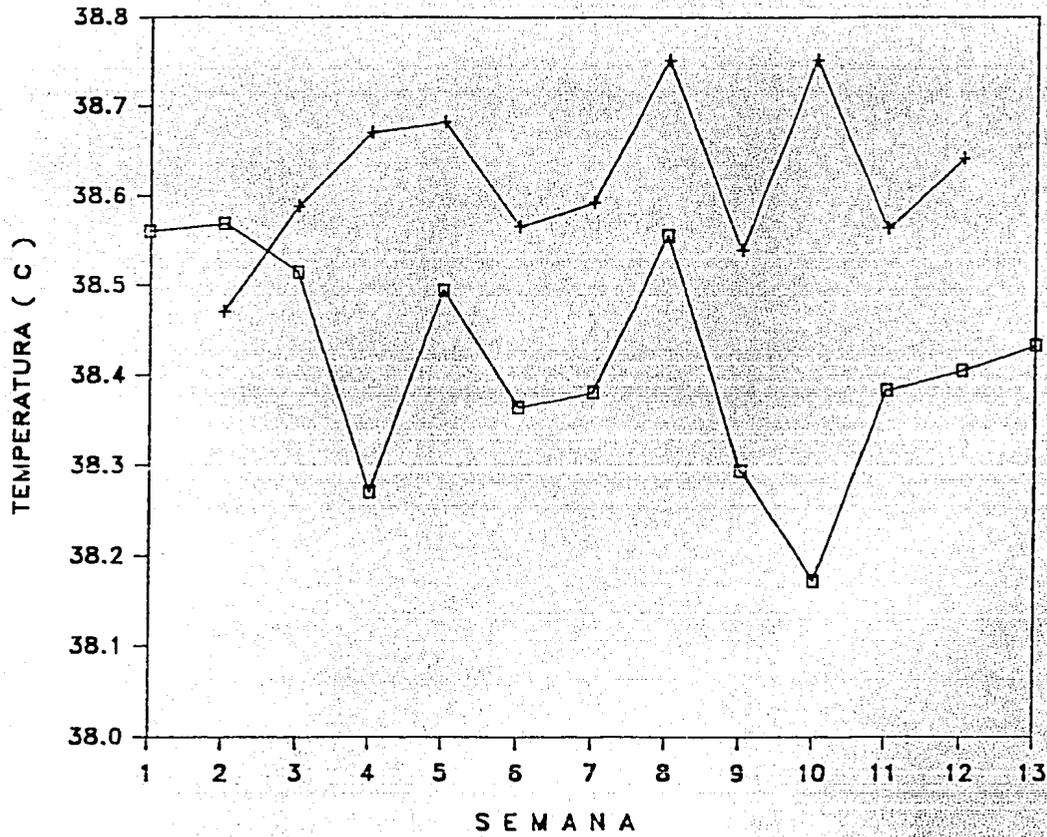


FIGURA 9. Temperatura rectal de las vacas 3/4 H en dos épocas del año ( □ invierno y + primavera )

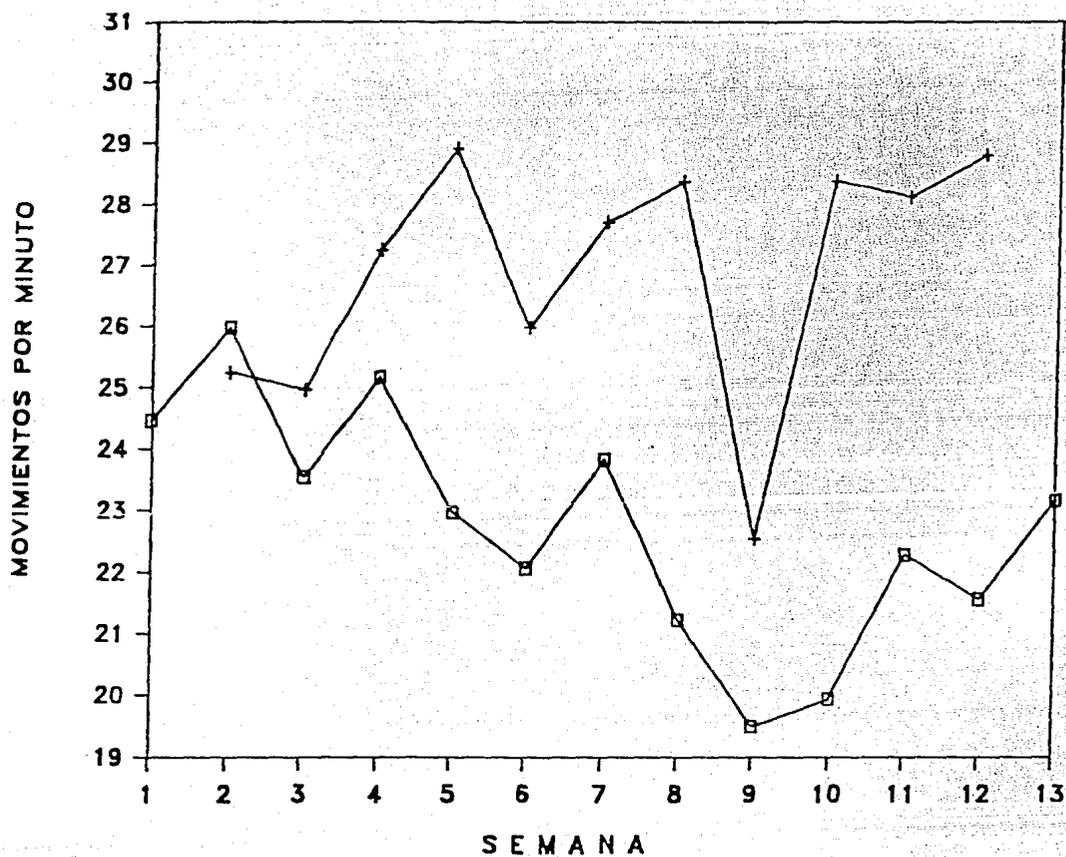


FIGURA 10. Frecuencia respiratoria de las vacas 3/4 en dos épocas del año ( □ invierno y + primavera ).

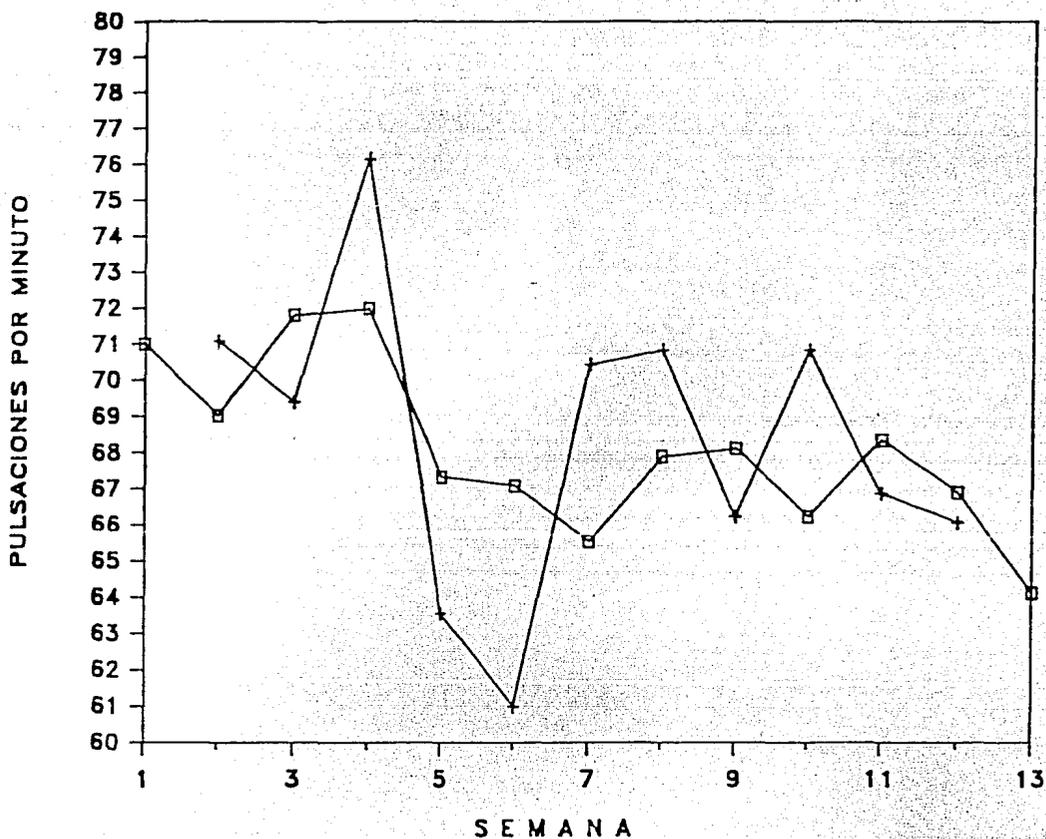


FIGURA 11. Frecuencia cardíaca de las vacas 3/4 H en dos épocas del año ( □ invierno y + primavera ).

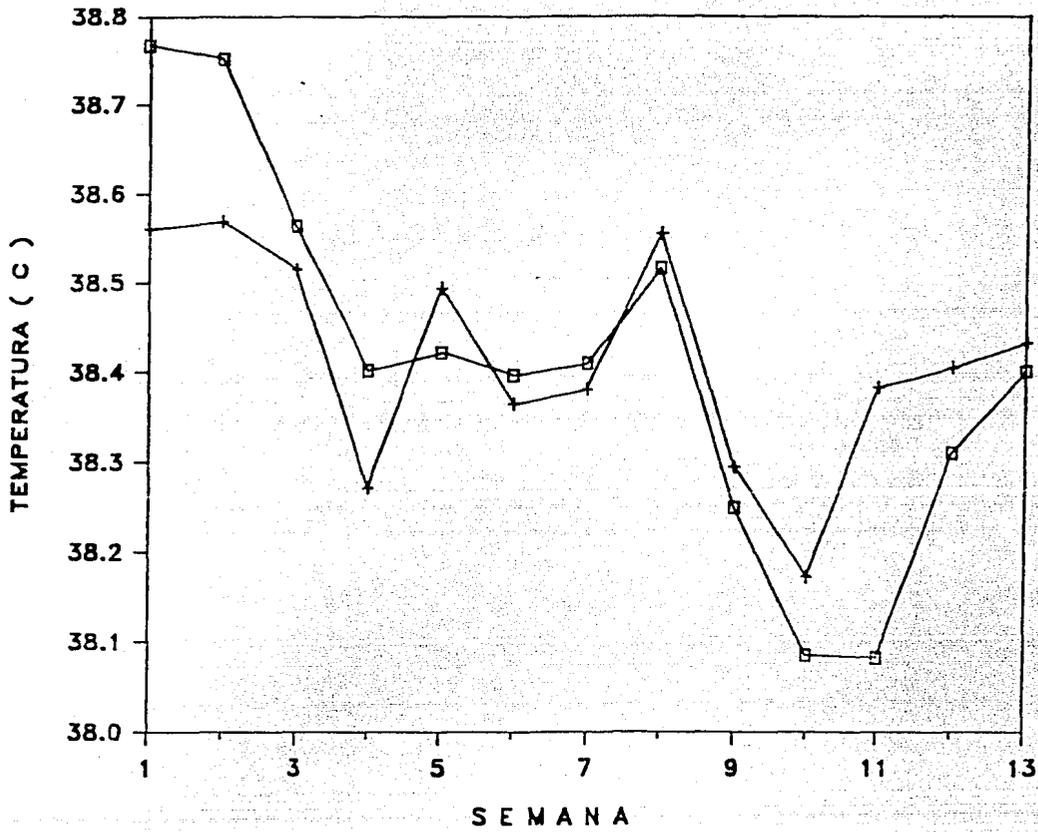


FIGURA 12. Temperatura rectal de vacas F1 (□) y 3/4 H (+) en la época de invierno ( noviembre a febrero ).

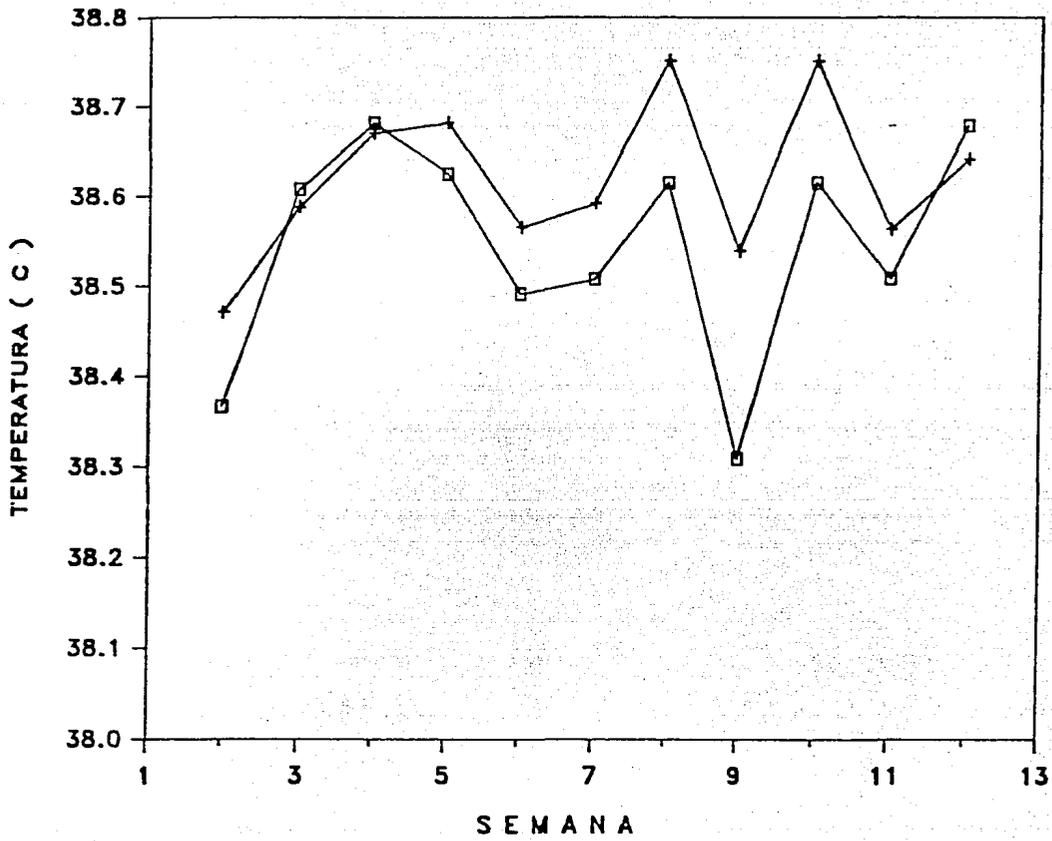


FIGURA 13. Temperatura rectal de vacas F1 (□) y 3/4 H (+) en la época de primavera ( marzo a junio ).

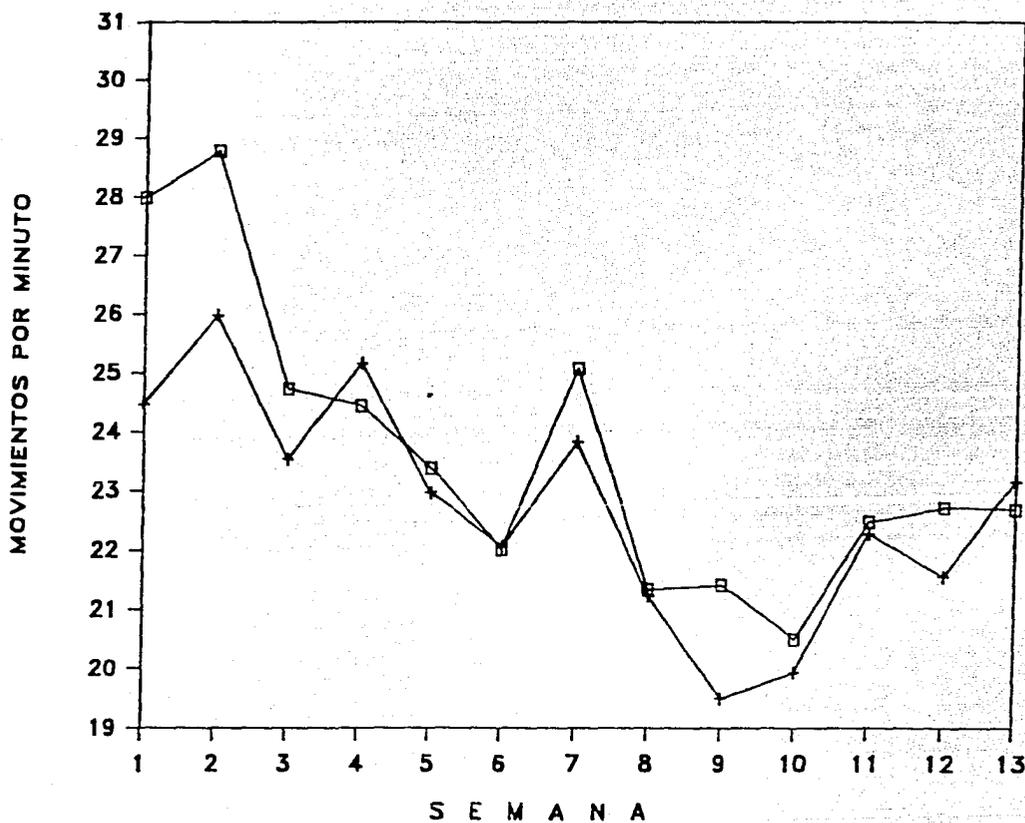


FIGURA 14. Frecuencia respiratoria de vacas F1 (□) y 3/4 H (+) en la época de invierno ( noviembre a febrero ).

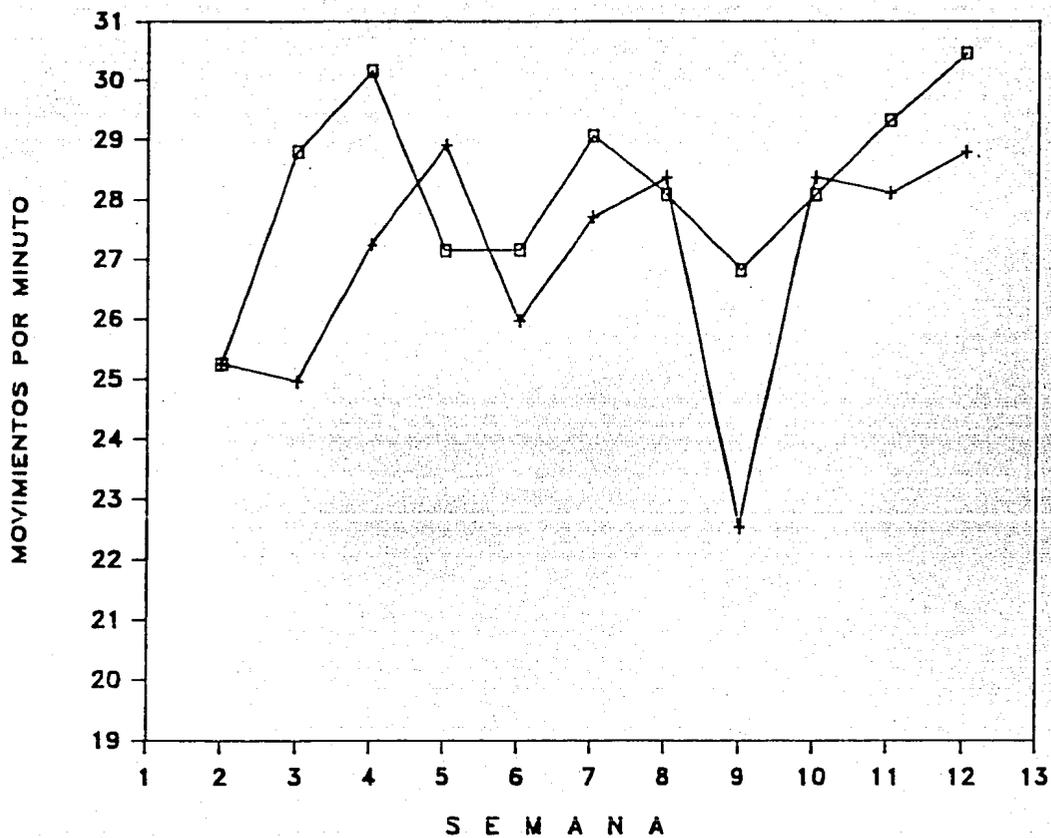


FIGURA 15. Frecuencia respiratoria de vacas F1 (□) y 3/4 H (+) en la época de primavera (marzo a junio).

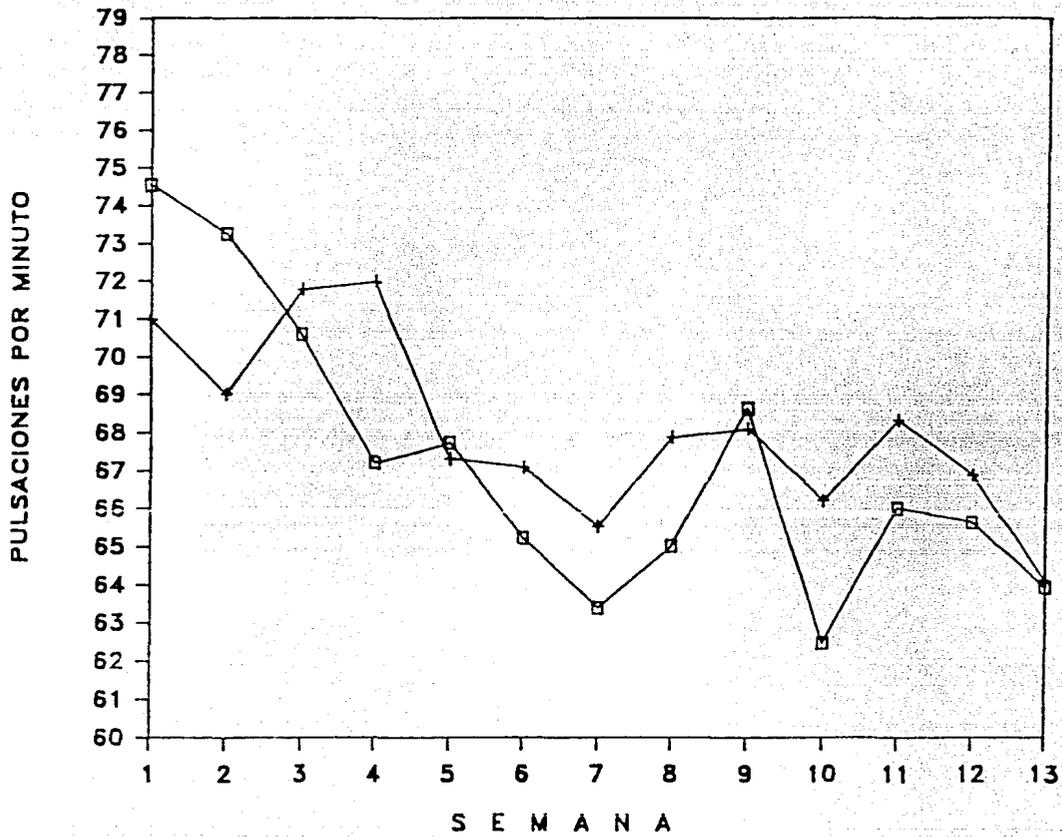


FIGURA 16. Frecuencia cardíaca de vacas F1 (□) y 3/4 H (+) en la época de invierno ( noviembre a febrero ).

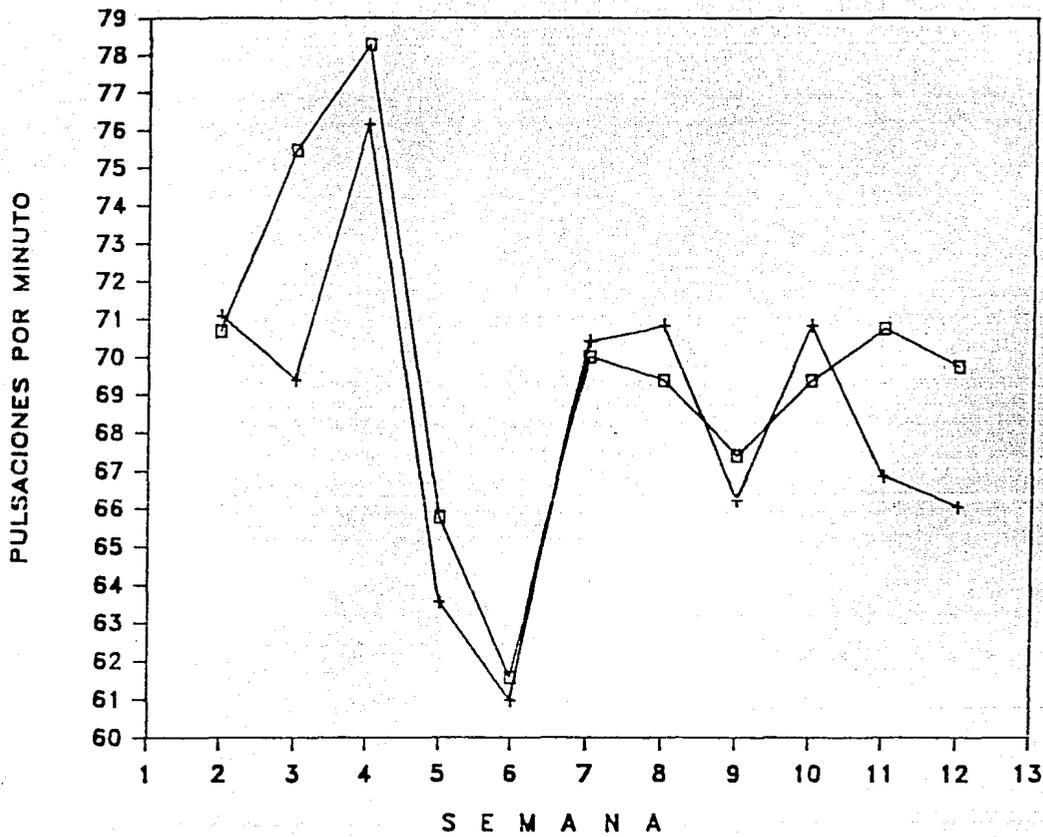


FIGURA 17. Frecuencia cardíaca de vacas F1 (□) y 3/4 H (+) en la época de primavera ( marzo a junio ).

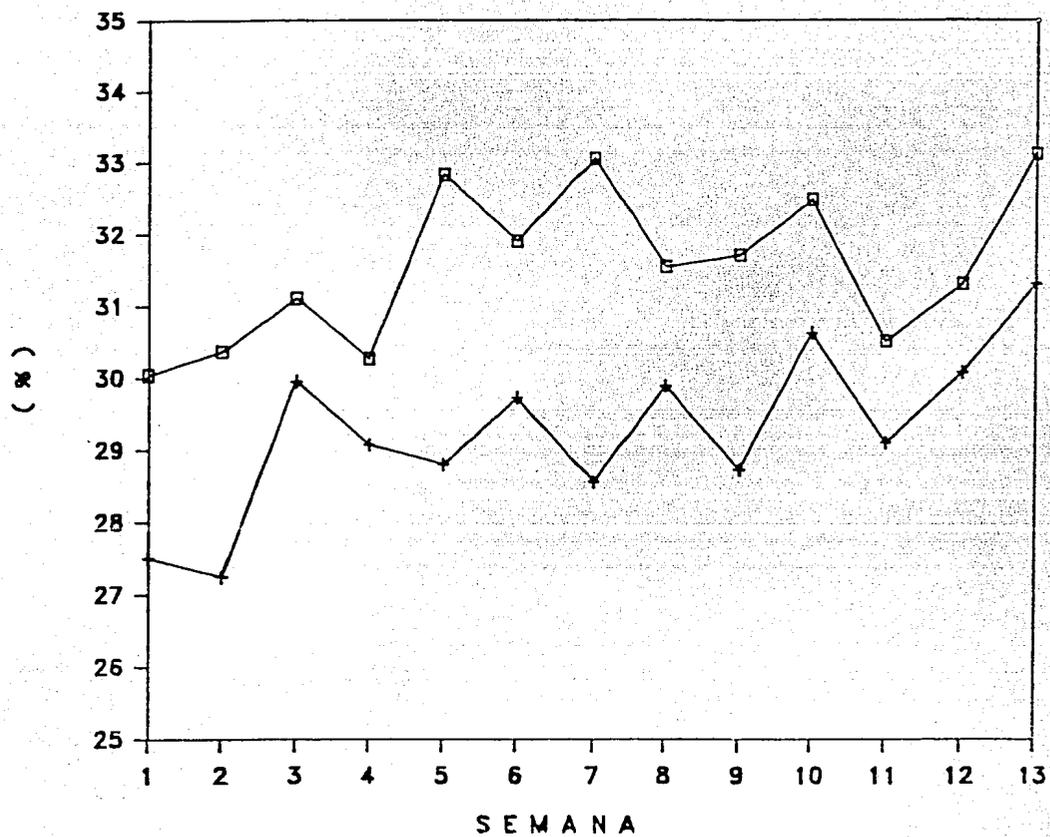


FIGURA 18. Hematocrito de vacas F1 (□) y 3/4 H (+) en la época de invierno ( noviembre a febrero ).

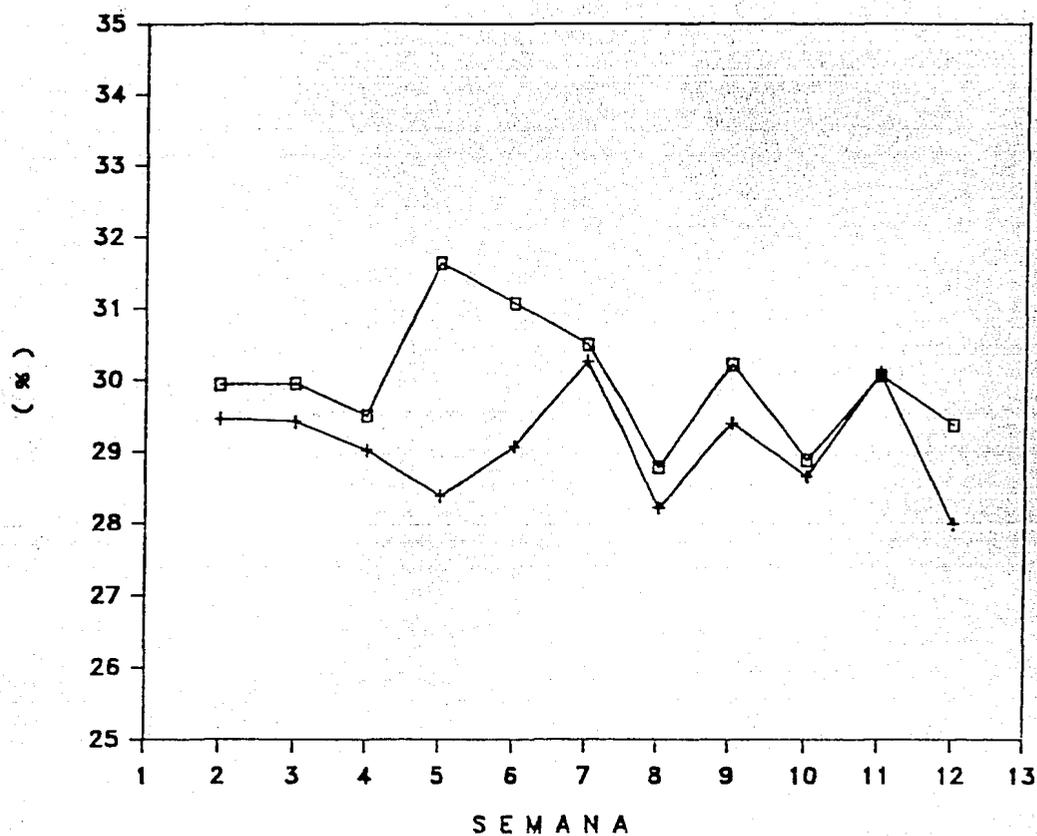


FIGURA 19. Hematocrito de vacas F1 (□) y 3/4 H (+) en la época de primavera ( marzo a junio ).

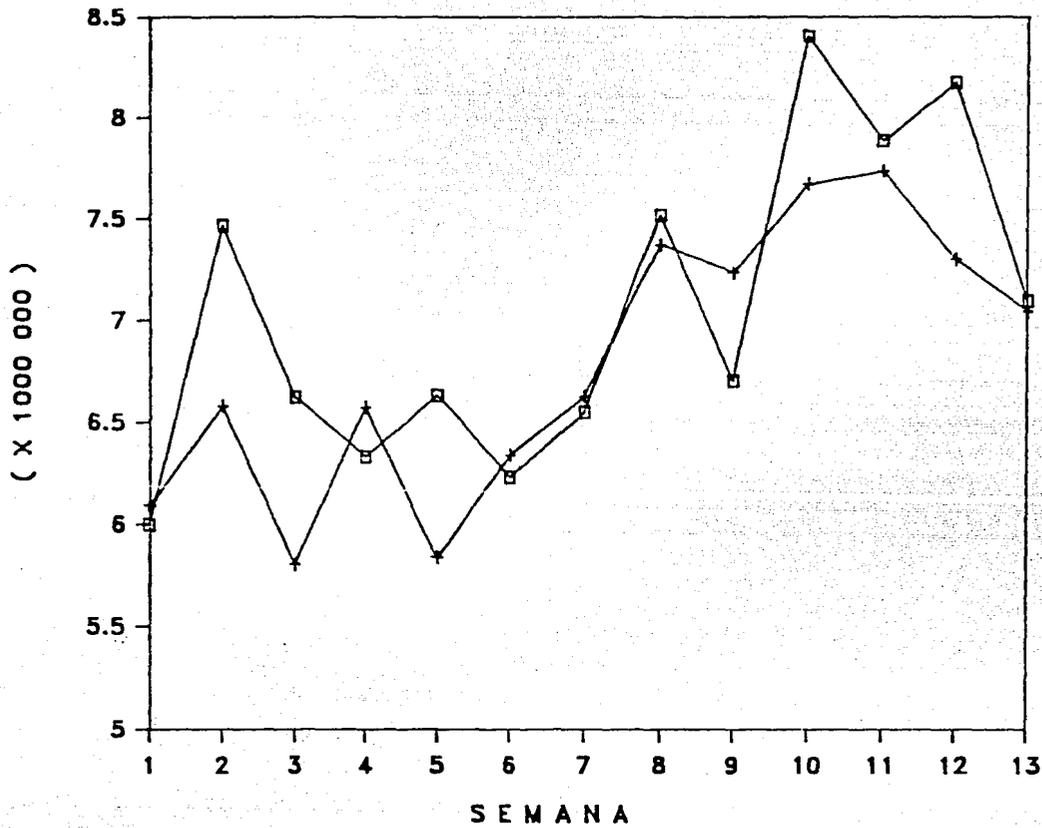


FIGURA 20. Glóbulos rojos vacas F1 (□) y 3/4 H (+) en la época de invierno ( noviembre a febrero ).

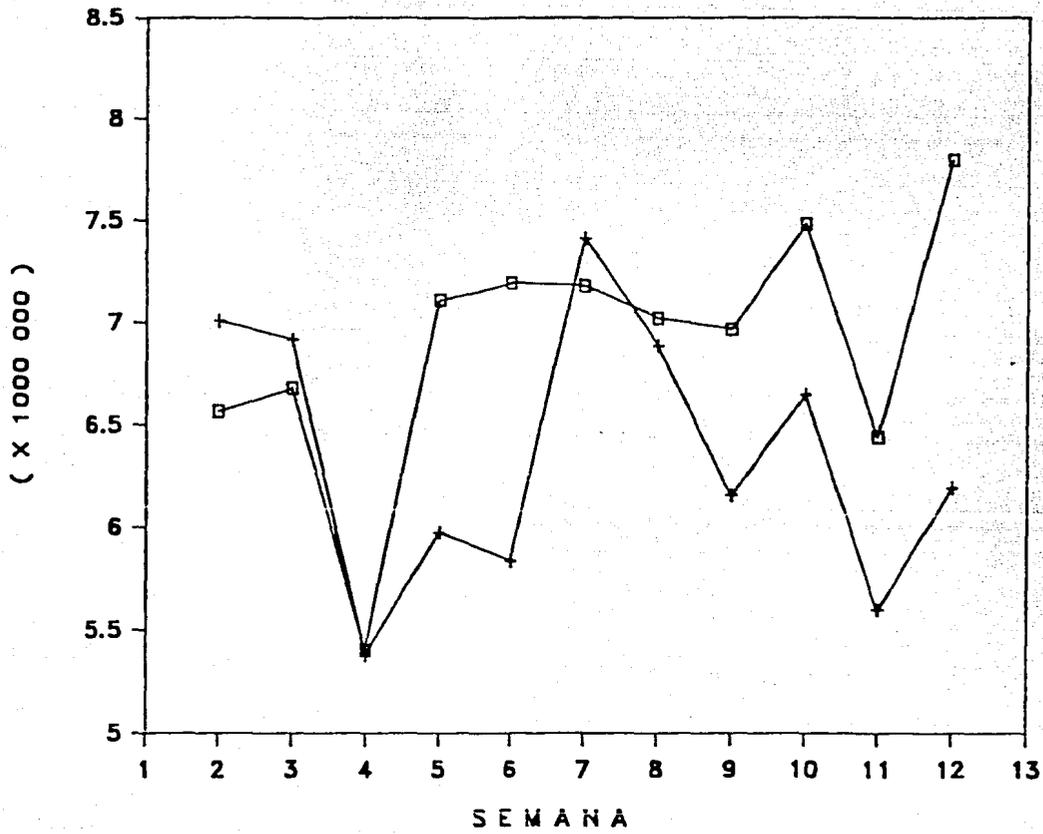


FIGURA 21. Glóbulos rojos de vacas F1 (□) y 3/4 H (+) en la época de primavera ( marzo a junio ).

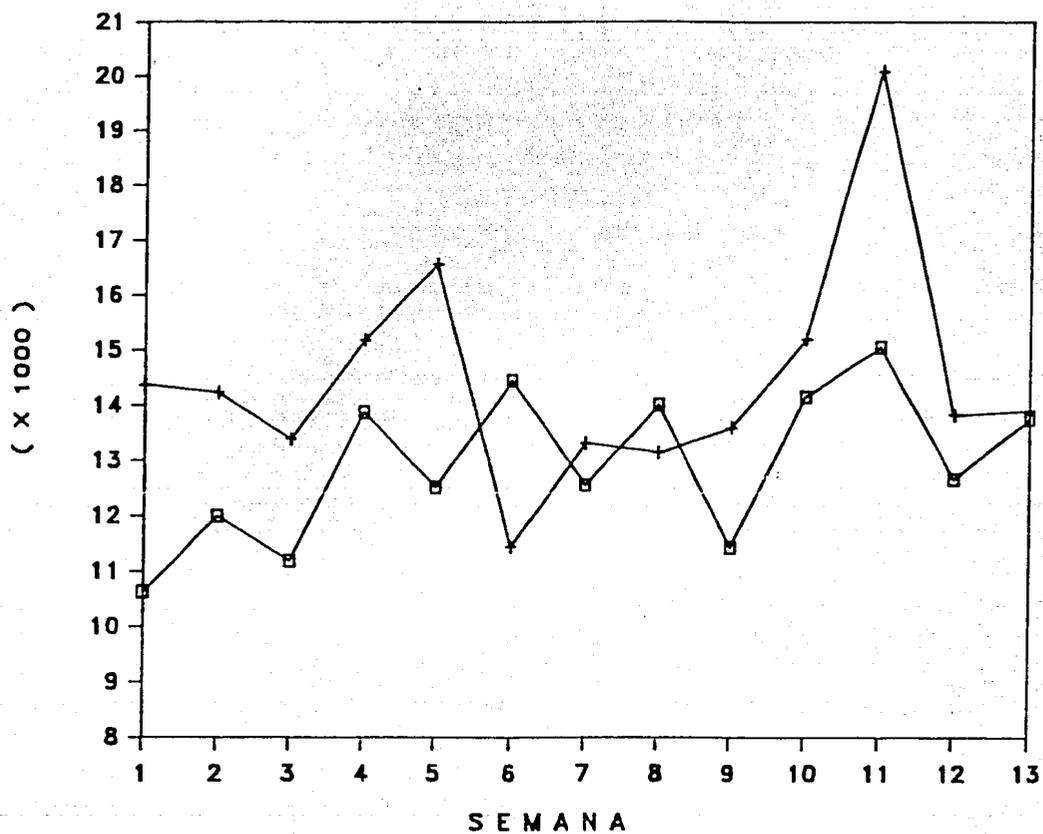


FIGURA 22. Glóbulos blancos de vacas F1 (□) y 3/4 H (+) en la época de invierno ( noviembre a febrero ).

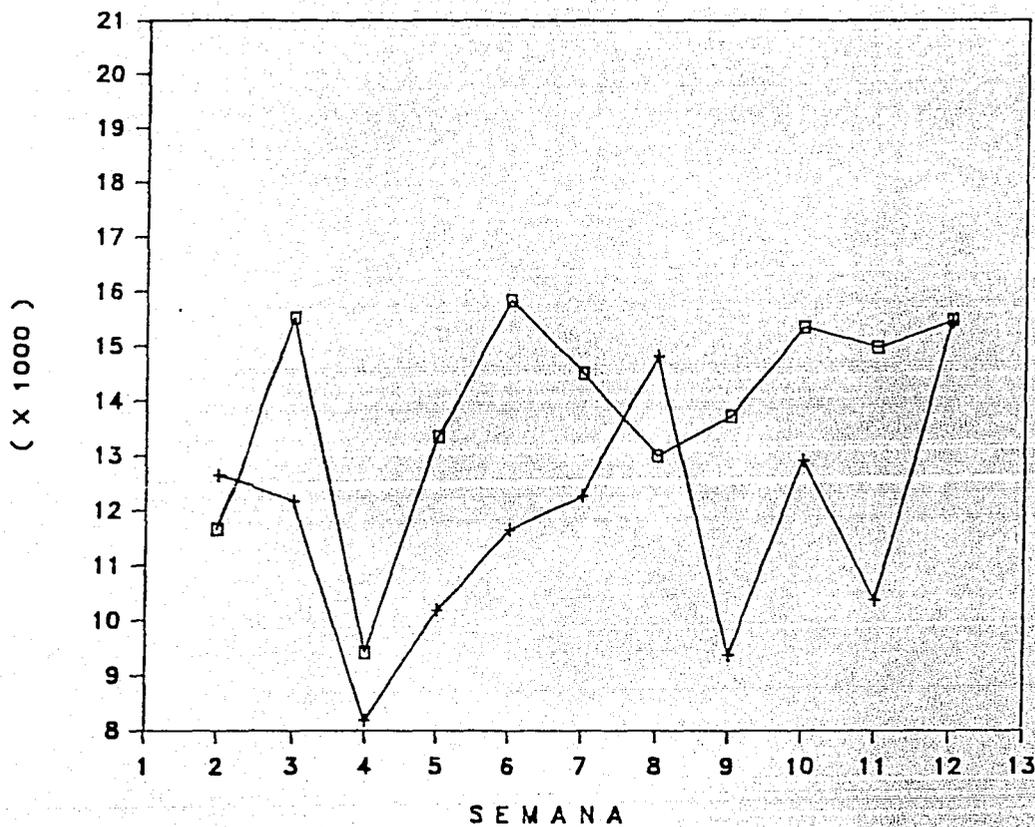


FIGURA 23. Glóbulos blancos de vacas F1 (□) y 3/4 (+) en la época de primavera ( marzo a junio ).

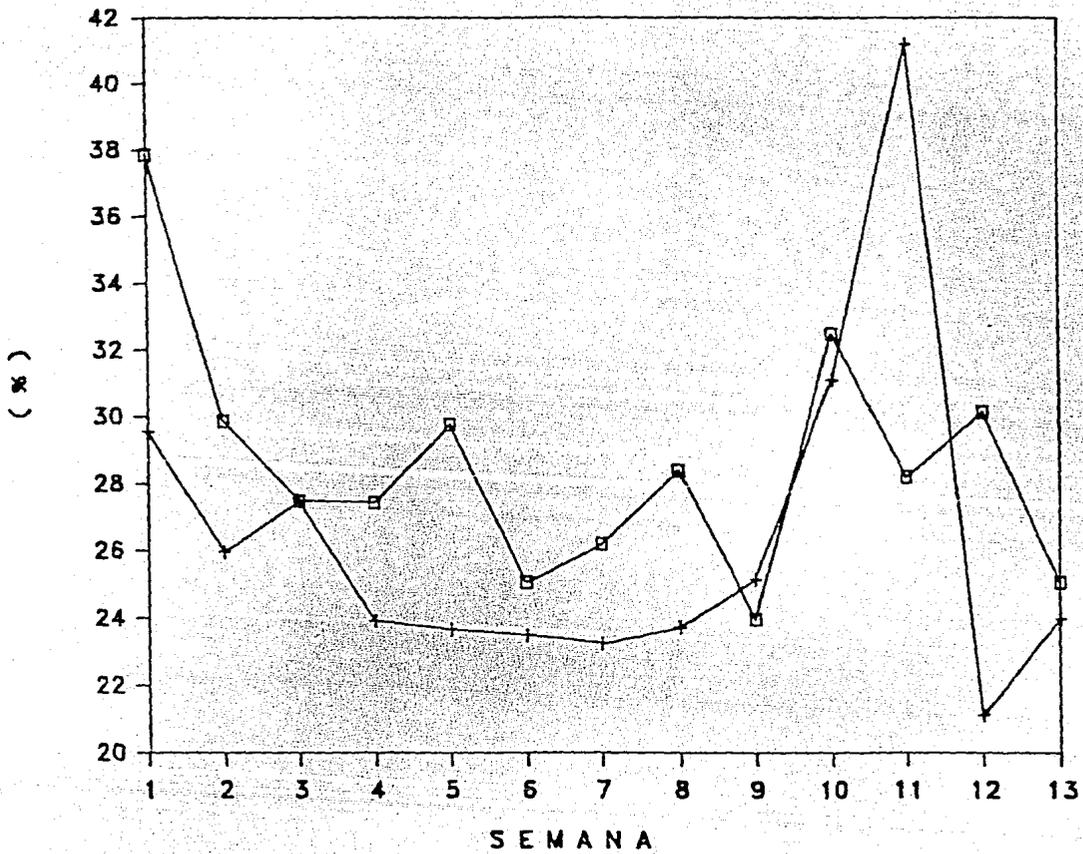


FIGURA 24. Neutrófilos segmentados de vacas F1 (□) y 3/4H (+) en la época de invierno ( noviembre a febrero ).

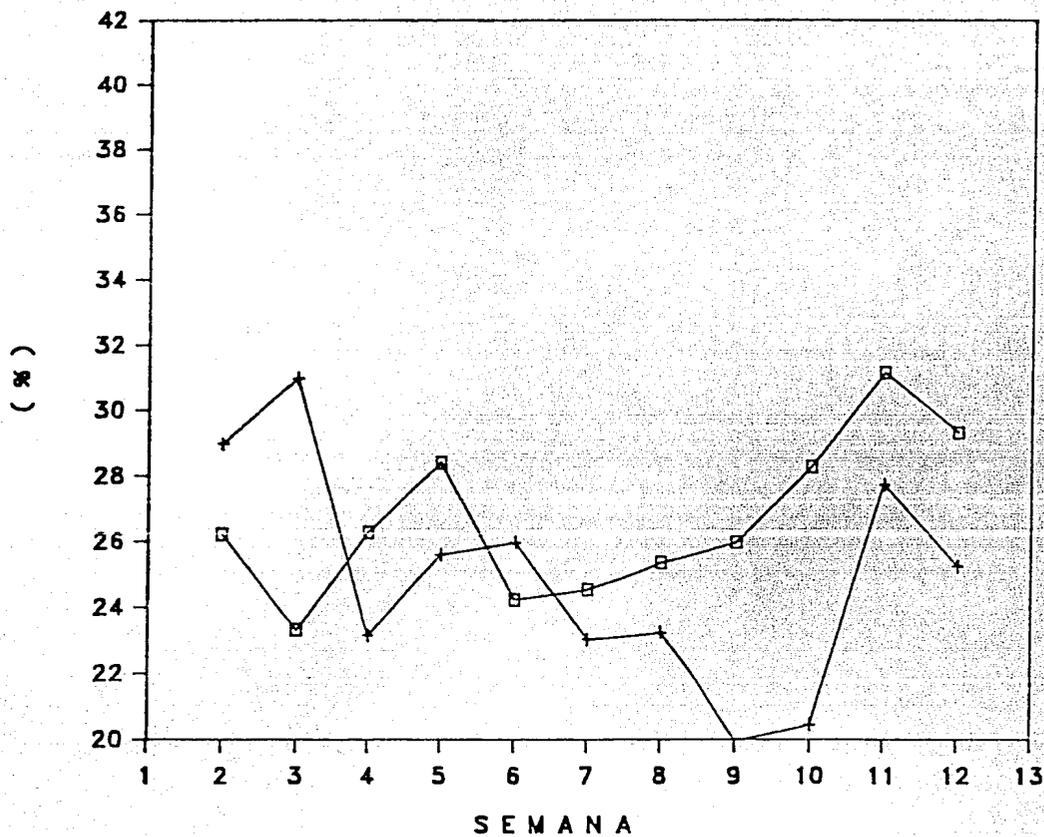


FIGURA 25. Neutrófilos segmentados de vacas F1 ( □ ) y 3/4 H ( + ) en la época de primavera ( marzo a junio ).

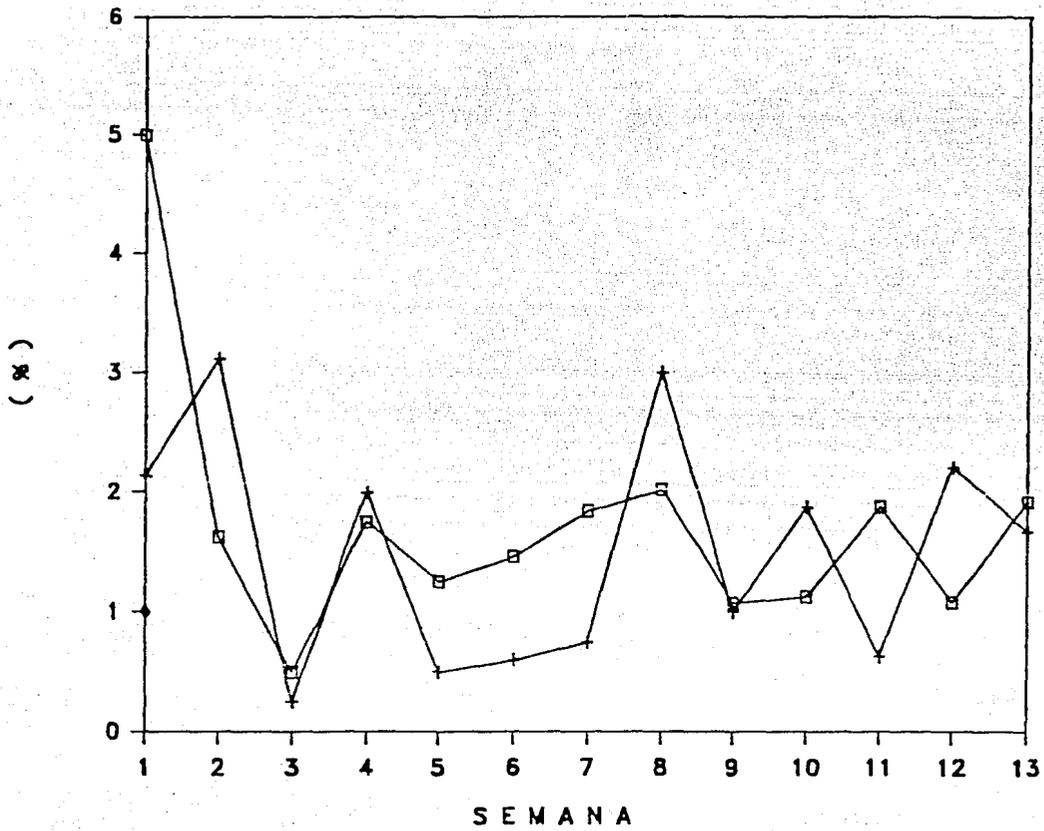


FIGURA 26. Neutrófilos en banda de vacas F1 (□) y 3/4 H (+) en la época de invierno ( noviembre a febrero ).

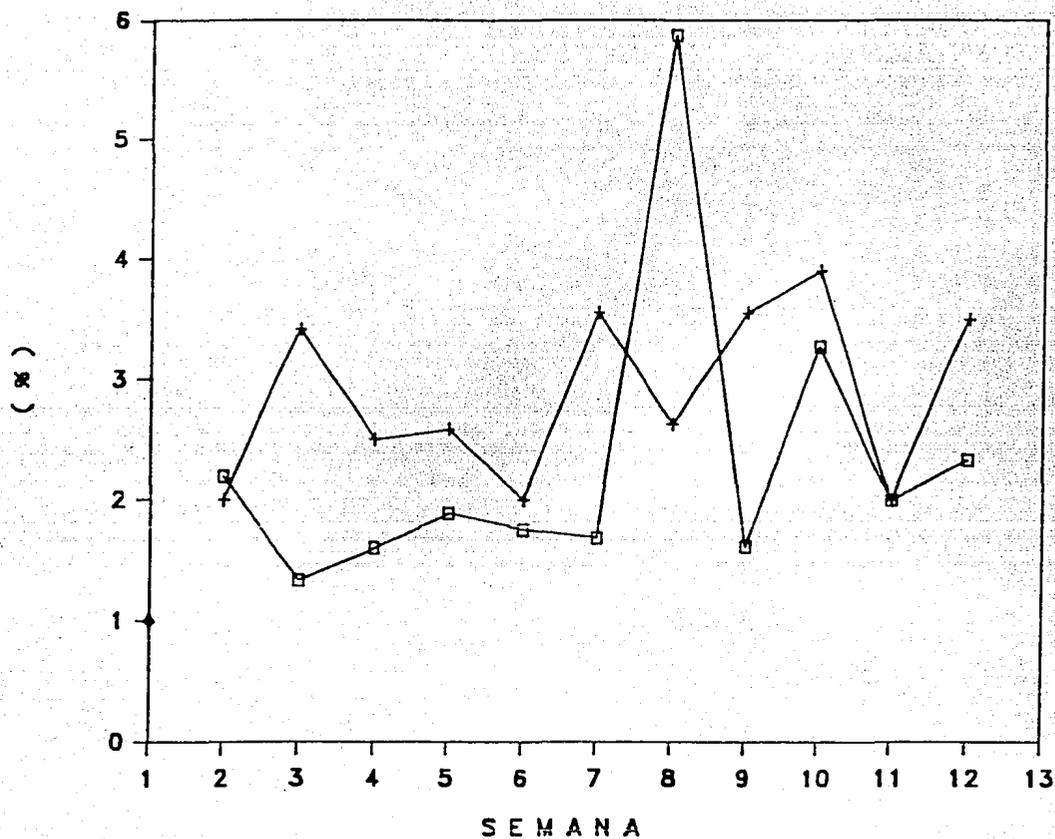


FIGURA 27. Neutrófilos en banda de vacas F1 (□) y 3/4 H (+) en la época de primavera ( marzo a junio ).

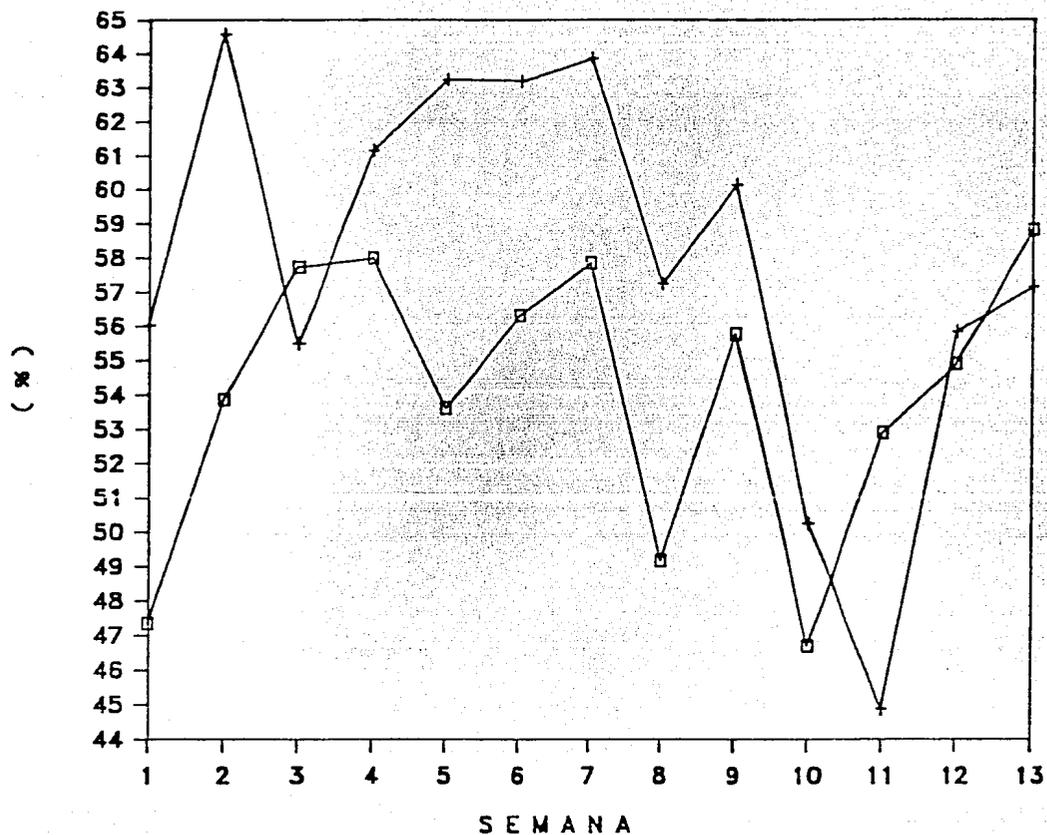


FIGURA 28. Linfocitos de vacas F1 (□) y 3/4H (+) en la época de invierno ( noviembre a febrero ).

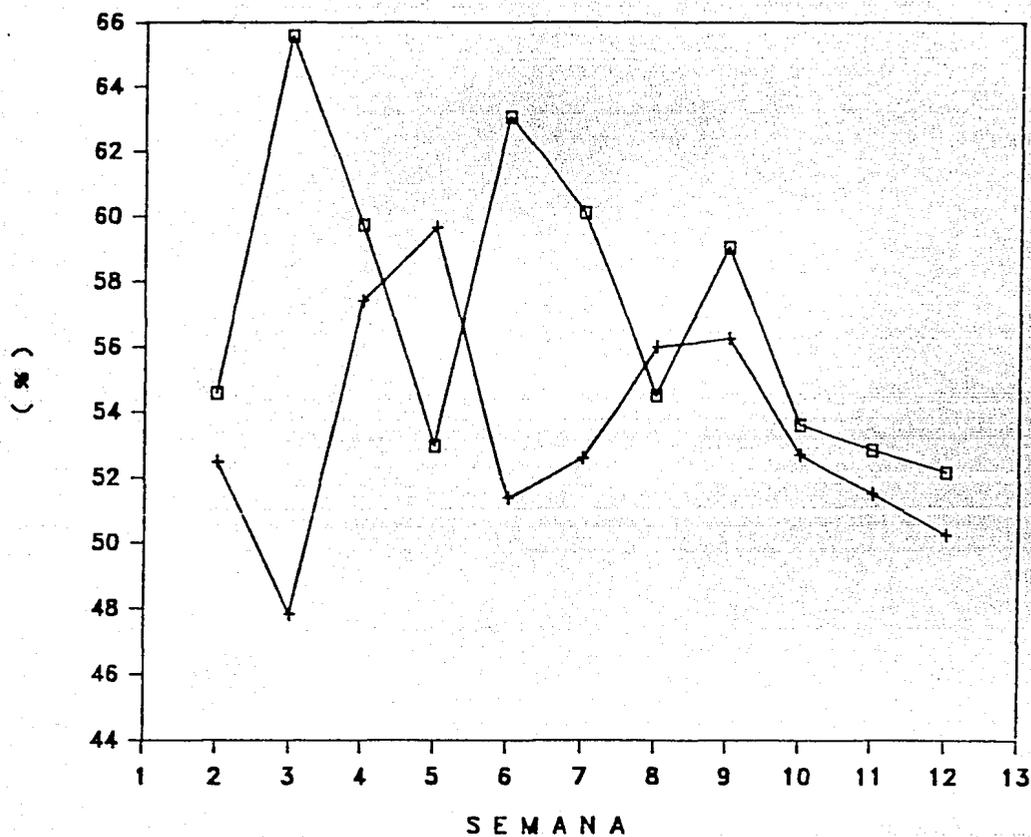


FIGURA 29. Linfocitos de vacas F1 (□) y 3/4 H (+) en la época de primavera ( marzo a junio ).

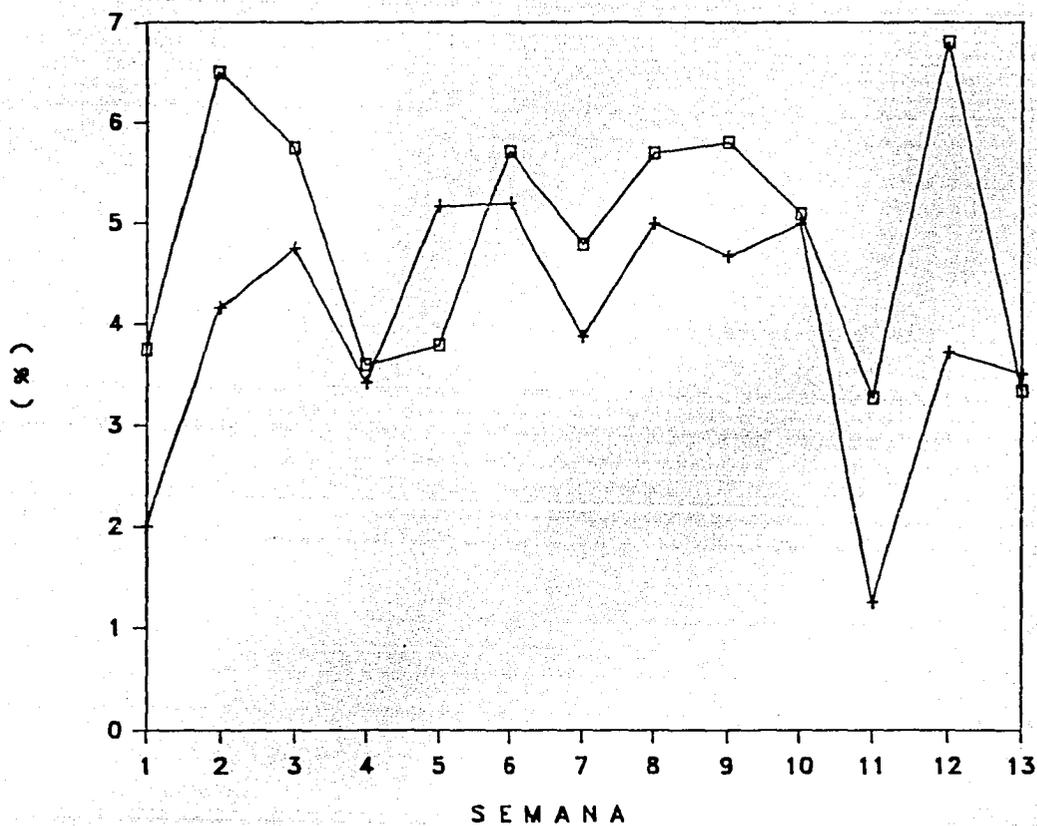


FIGURA 30. Monocitos de vacas F1 (□) y 3/4 H (+) en la época de invierno ( noviembre a febrero ).

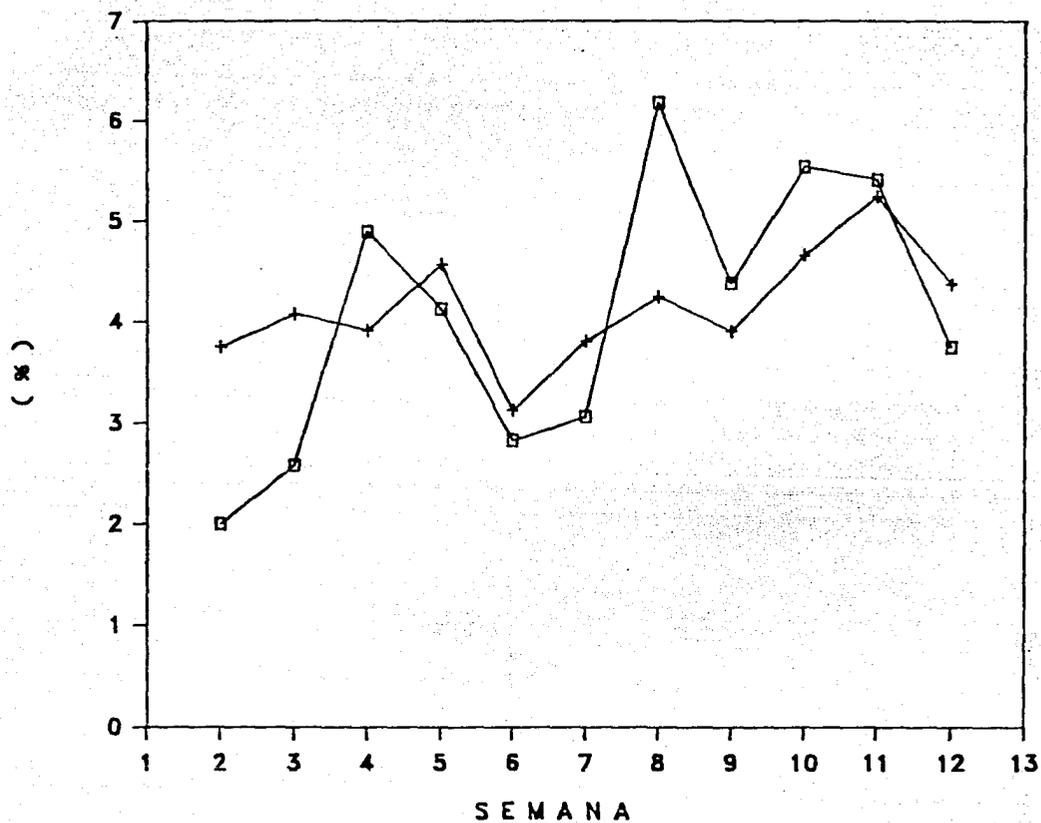


FIGURA 31. Monocitos de vacas F1 (□) y 3/4 H (+) en la época de primavera ( marzo a junio ).

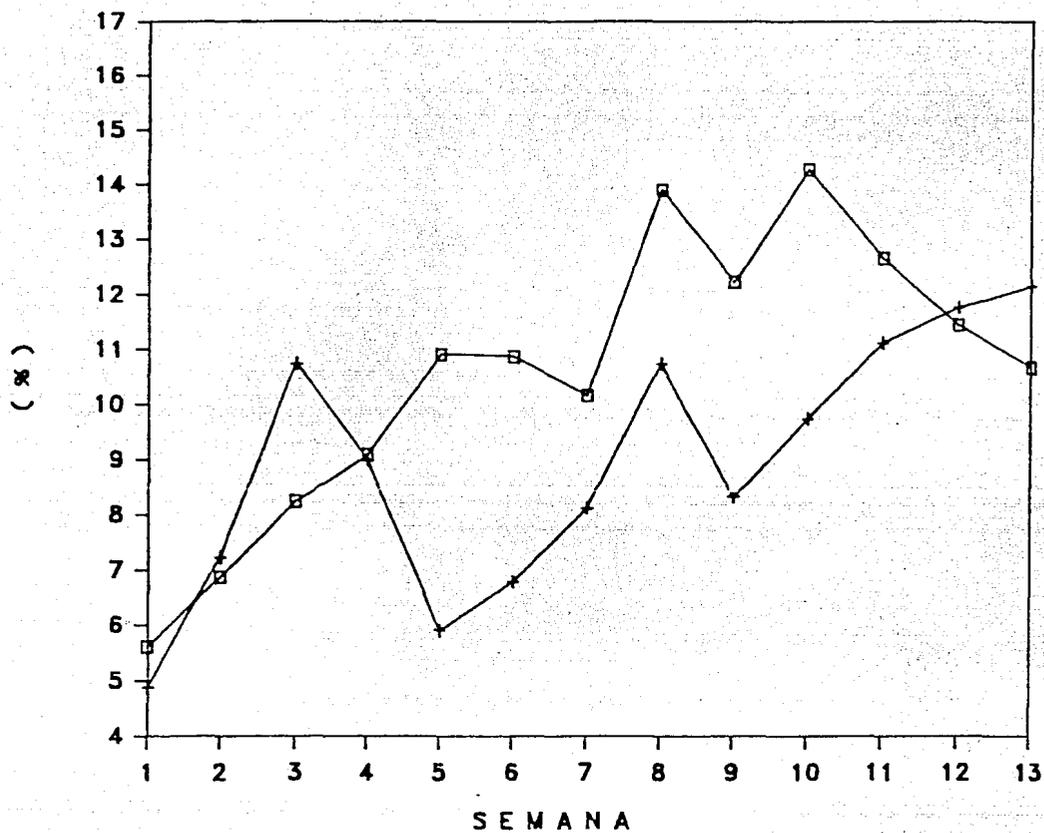


FIGURA 32. Eosinófilos de vacas F1 (□) y 3/4 H (+) en la época de invierno ( noviembre a febrero ).

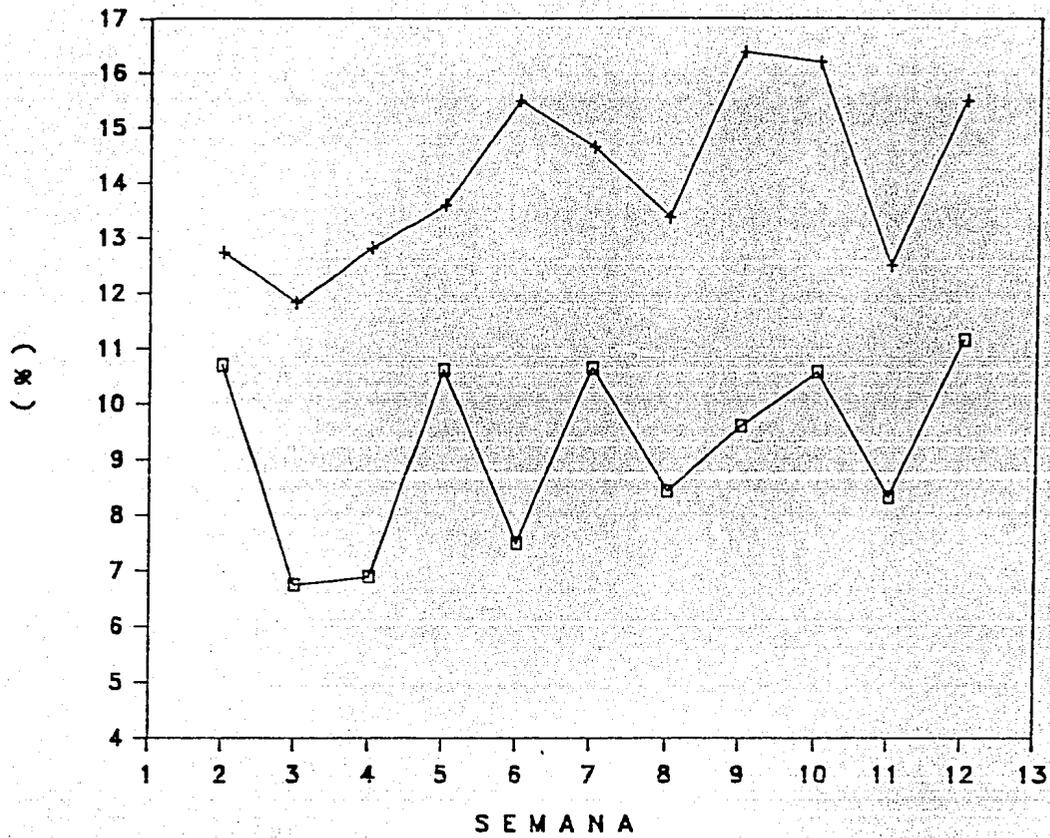


FIGURA 33. Eosinofilos de vacas F1 (□) y 3/4 H (+) en la época de primavera ( marzo a junio ).

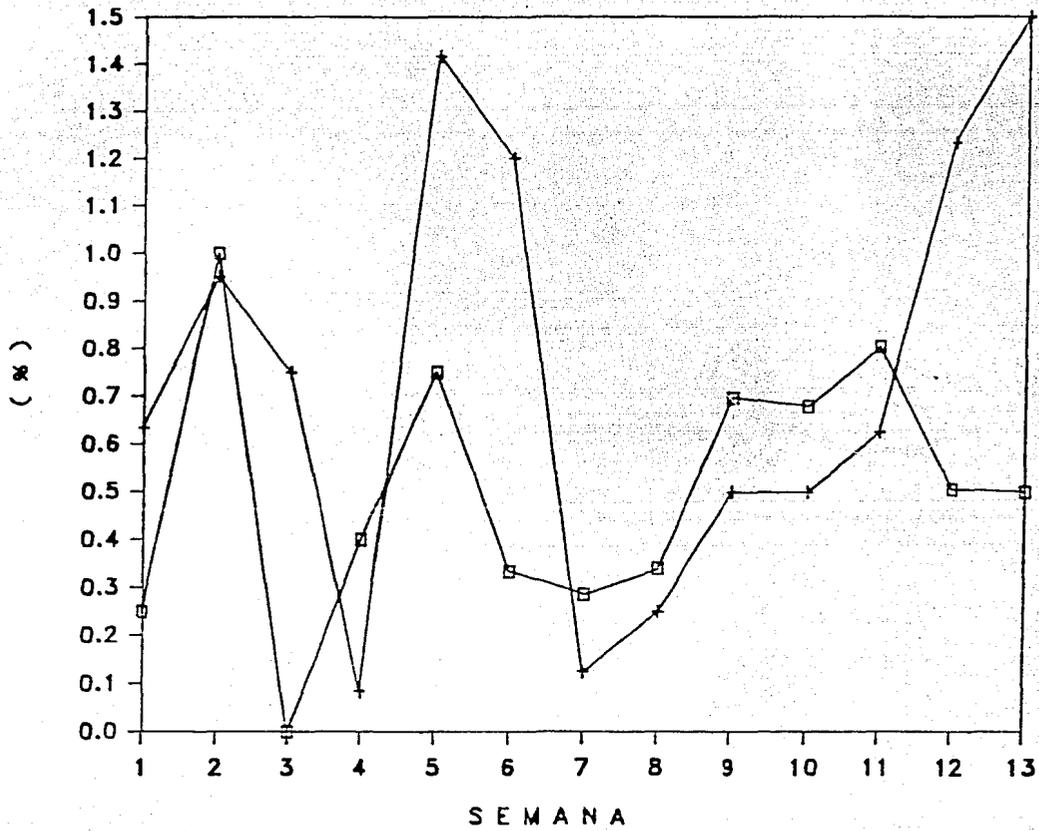


FIGURA 34. Basófilos de vacas F1 (□) y 3/4 H (+) en la época de invierno ( noviembre a febrero ).

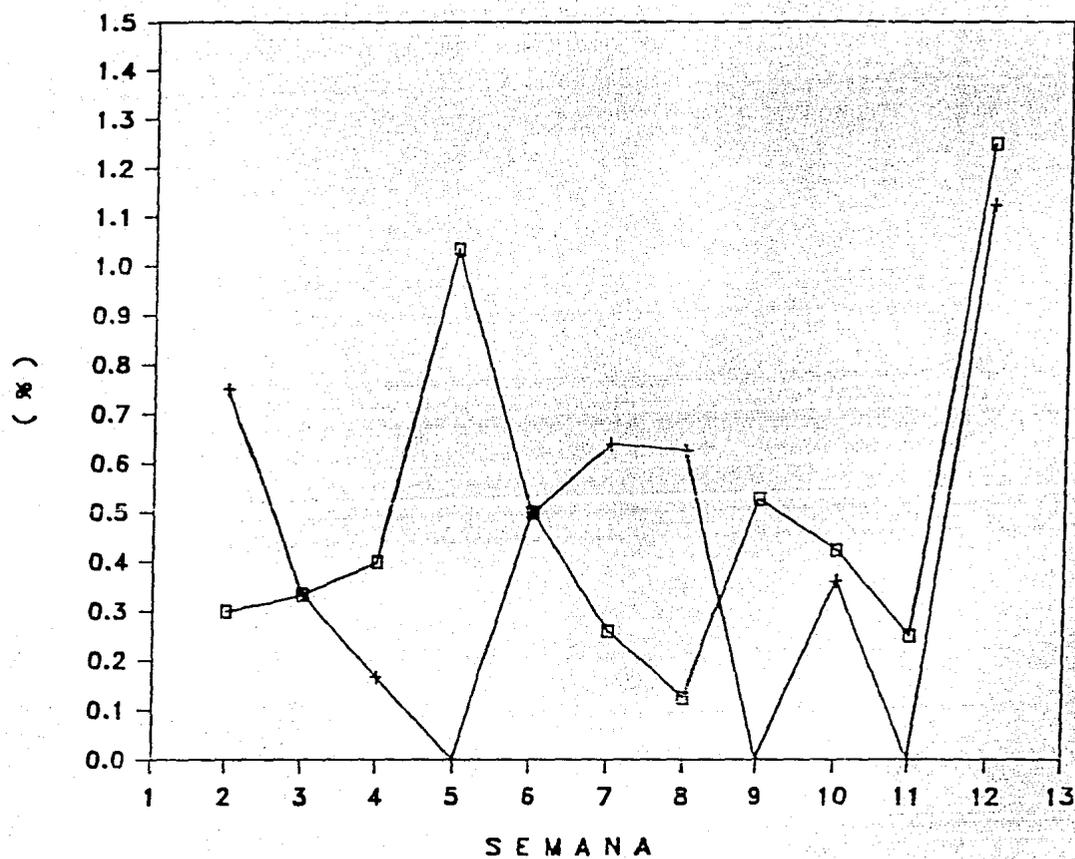


FIGURA 35. Basófilos de vacas F1 (□) y 3/4 H (+) en la época de primavera ( marzo a junio ).

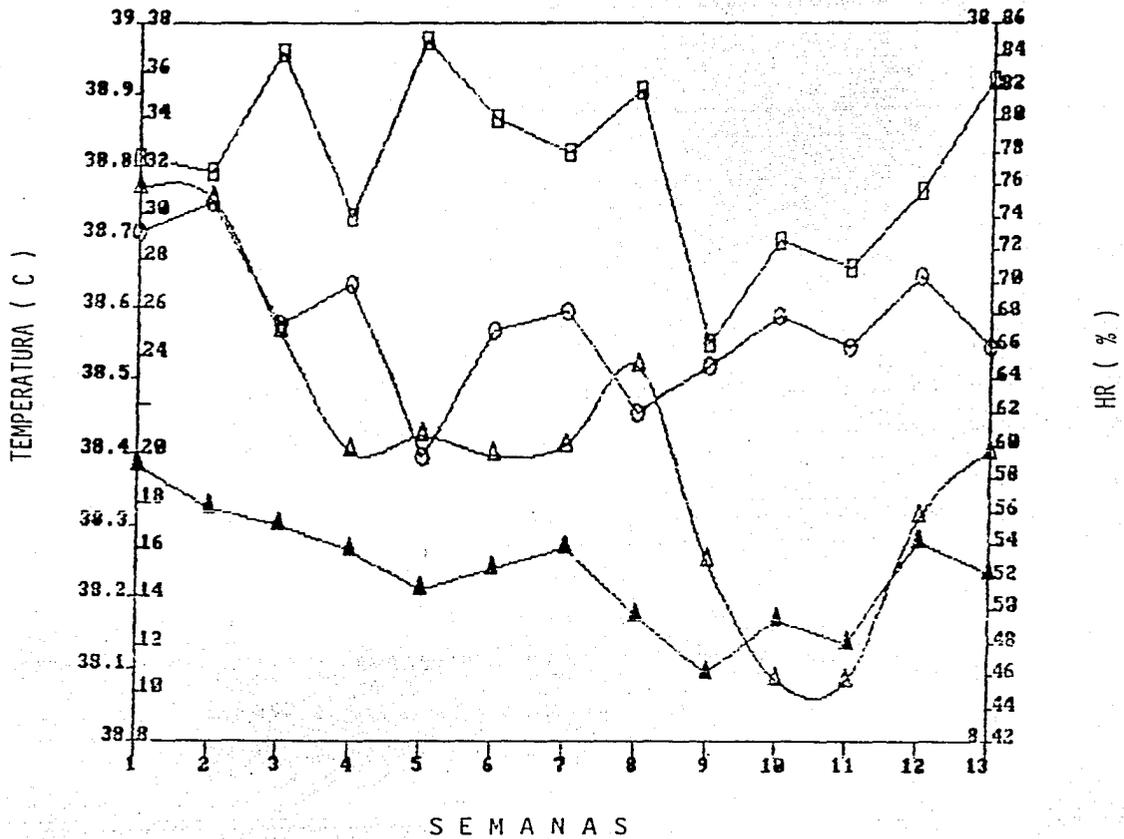


FIGURA 36. Correlación entre temperatura rectal de vacas F1 (  $\Delta$  TR ), humedad relativa (  $\square$  HR ) y temperatura máxima (  $\circ$  TMx ) y media (  $\blacktriangle$  Tm ) en la época de invierno ( noviembre a febrero ).

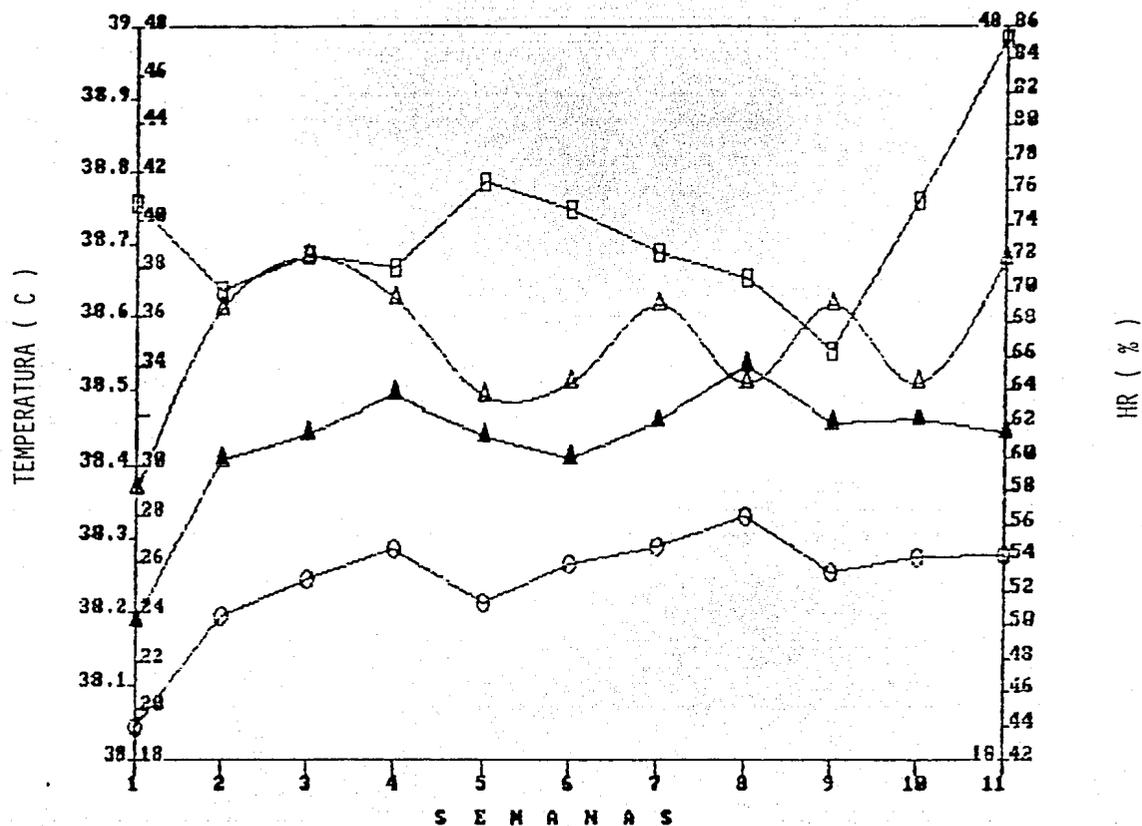


FIGURA 37. Correlación entre temperatura rectal de vacas Fl (▲ TR), humedad relativa (□ HR) y temperatura máxima (○ Tm) y media (▲ Tmd) en la época de primavera (marzo a junio).

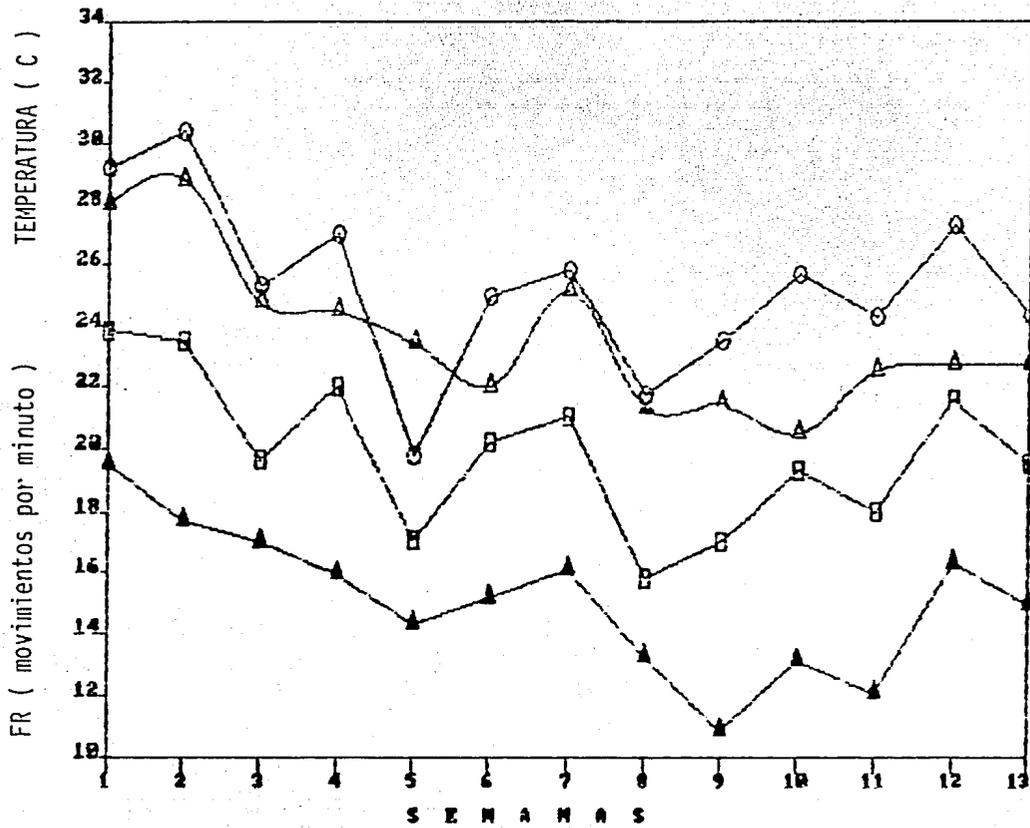


FIGURA 38. Correlación entre frecuencia respiratoria de vacas FI ( $\Delta$  FR) y temperatura máxima ( $\circ$  TMx), media ( $\square$  TMD) y mínima ( $\blacktriangle$  TMn) en la época de invierno.

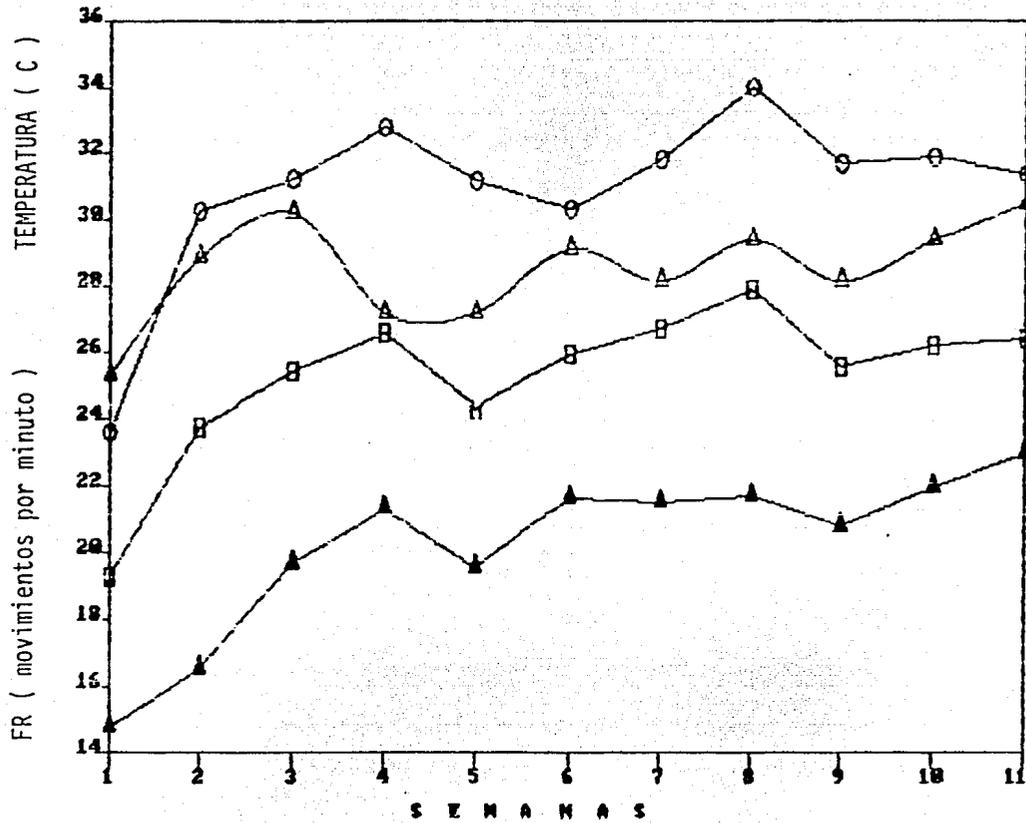


FIGURA 39. Correlación entre frecuencia respiratoria de vacas FI ( $\Delta$  FR) y temperatura máxima ( $\circ$  TMx), media ( $\square$  TMd) y mínima ( $\blacktriangle$  TMn), en la época de primavera.

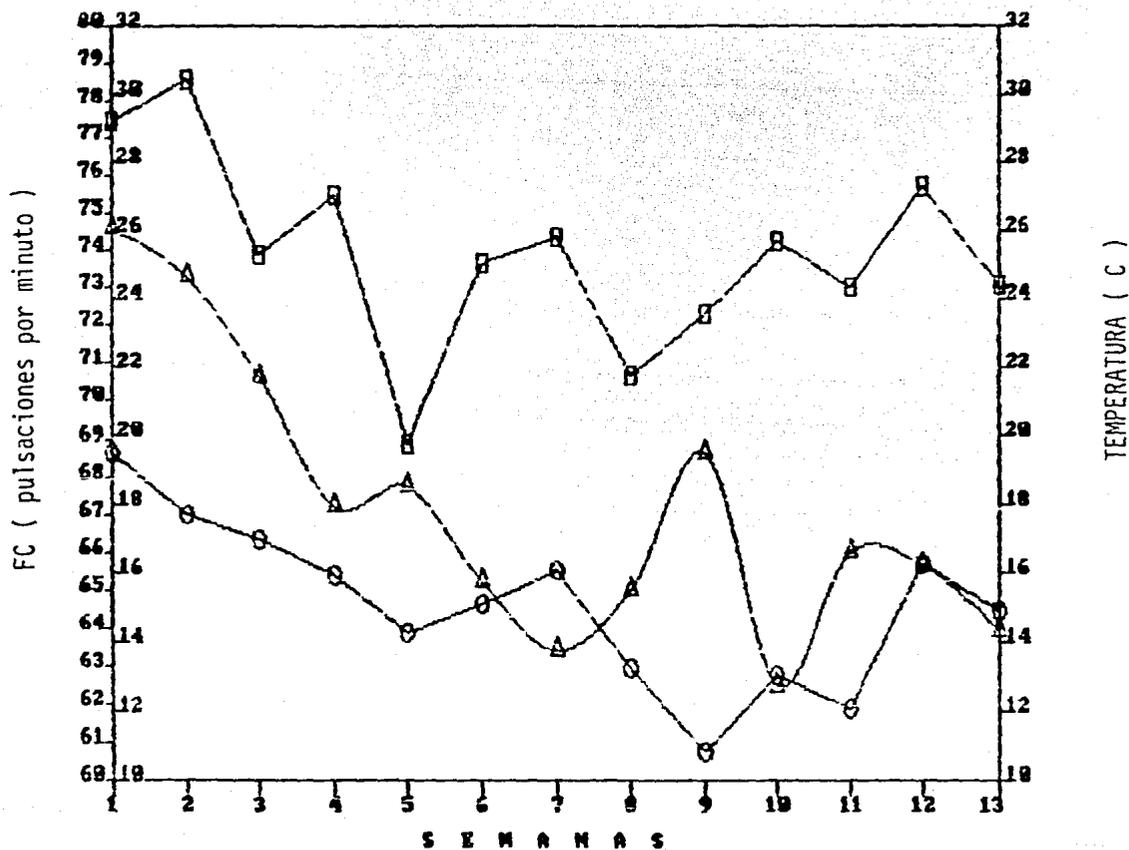


FIGURA 40. Correlación entre frecuencia cardíaca de vacas F1 (  $\Delta$  FC ) y temperatura máxima (  $\square$  TMx ) y mínima (  $\circ$  TMn ) en la época de invierno.

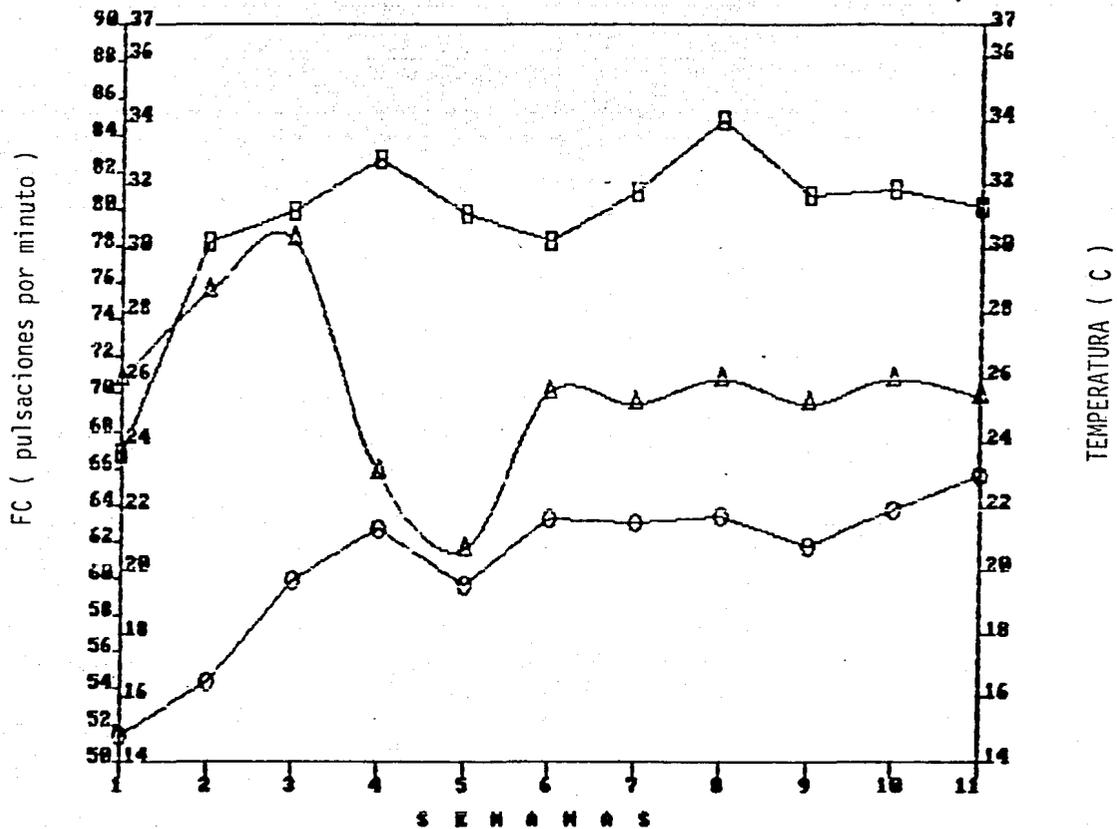


FIGURA 41. Correlación entre frecuencia cardíaca de vacas F1 (  $\Delta$  FC ) y temperatura máxima (  $\square$  TMx ) y mínima (  $\circ$  TMn ) en la época de primavera.

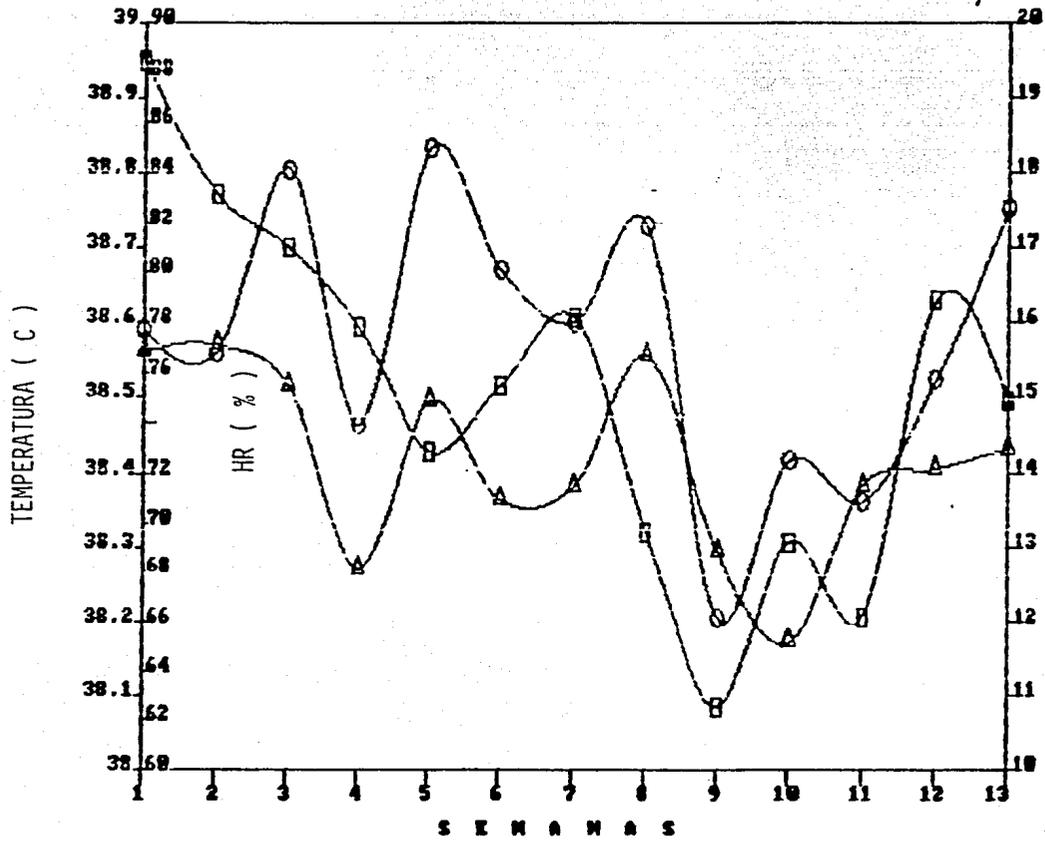


FIGURA 42. Correlación entre temperatura rectal de vacas 3/4 H ( $\Delta$  TR), temperatura mínima ( $\square$  TMn) y humedad relativa (O HR) en la época de invierno.

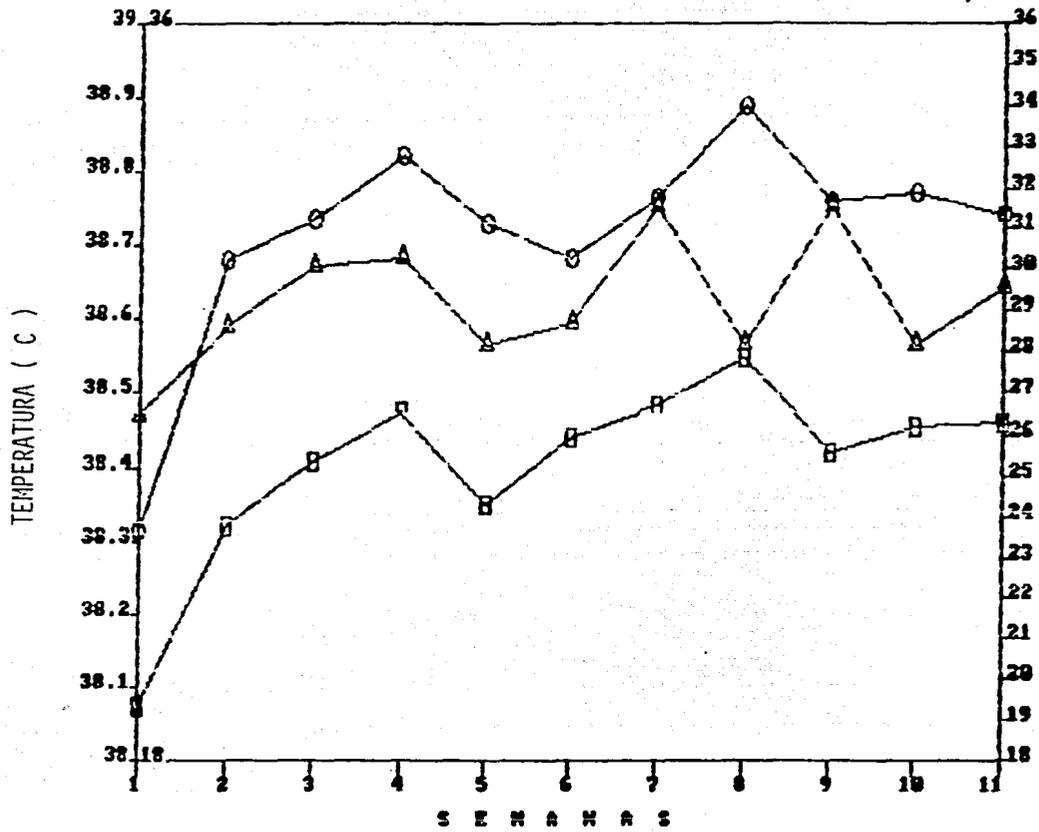


FIGURA 43. Correlación entre temperatura rectal de vacas 3/4 H (Δ TR), temperatura mínima (□ Tm) y humedad relativa (O TX) en la época de primavera.

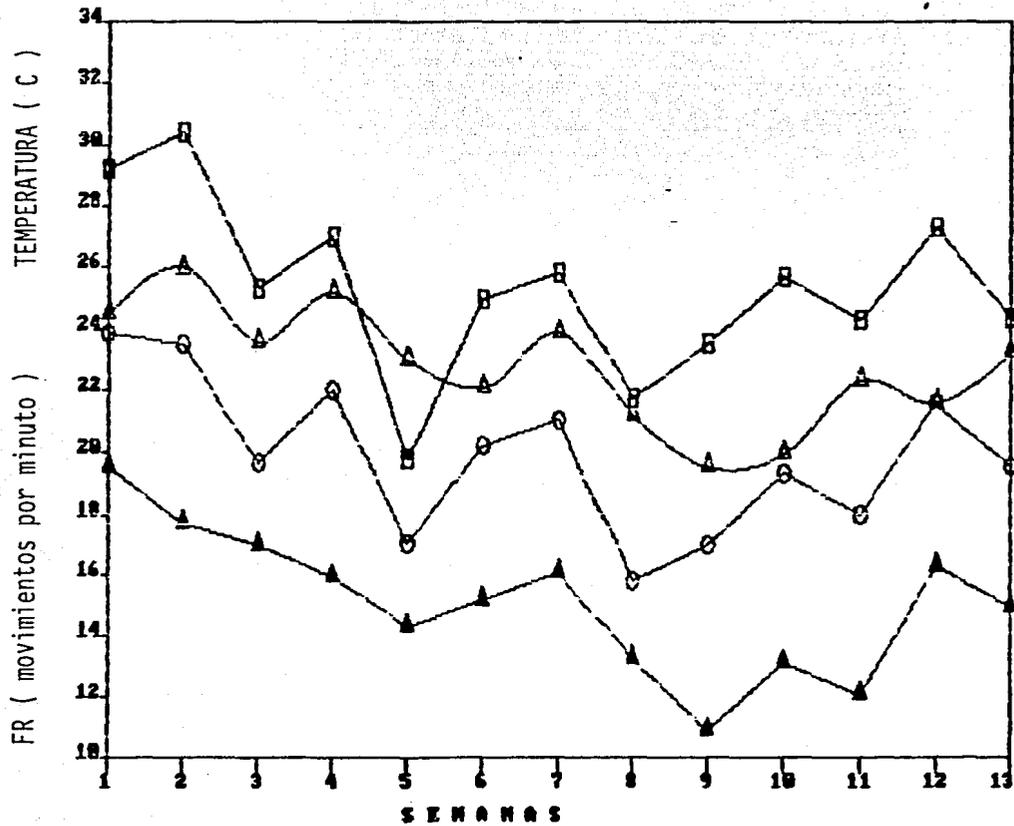


FIGURA 44. Correlación entre frecuencia respiratoria de vacas 3/4 H ( $\Delta$  FR) y temperatura máxima ( $\square$  TMx), media ( $\circ$  TMd) y mínima ( $\blacktriangle$  TMn) en la época de invierno.

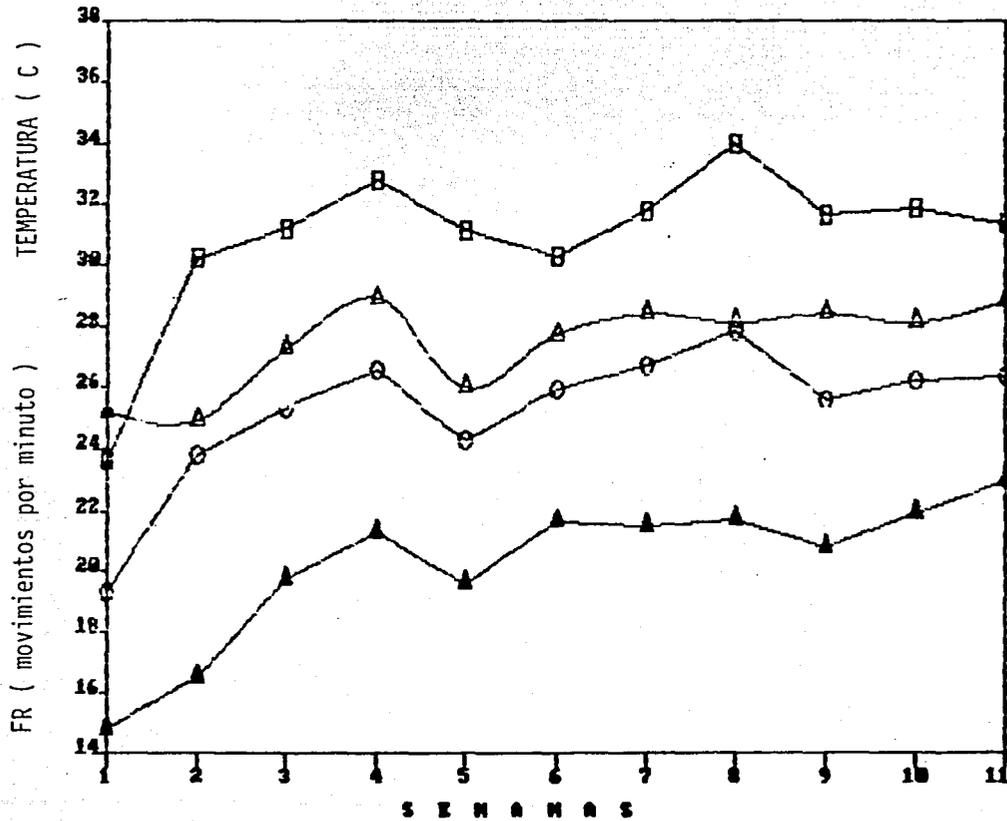


FIGURA 45. Correlación entre frecuencia respiratoria de vacas 3/4 H ( $\Delta$  FR) y temperatura máxima ( $\square$  TMx), media ( $\circ$  TMd) y mínima ( $\blacktriangle$  TMn) en la época de primavera.

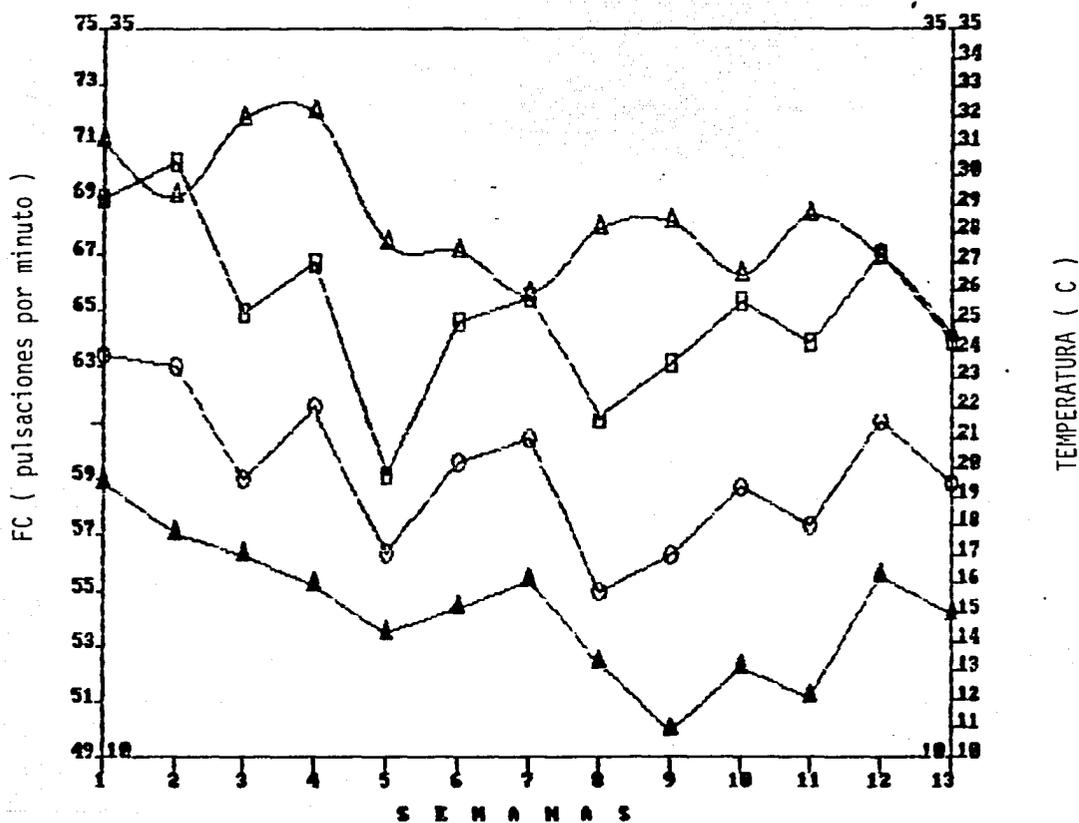


FIGURA 46. Correlación entre frecuencia cardíaca de vacas 3/4 H ( $\Delta$  FC) y temperatura máxima ( $\square$  TMx), media ( $\circ$  TMd) y mínima ( $\blacktriangle$  TMN) en la época de invierno.

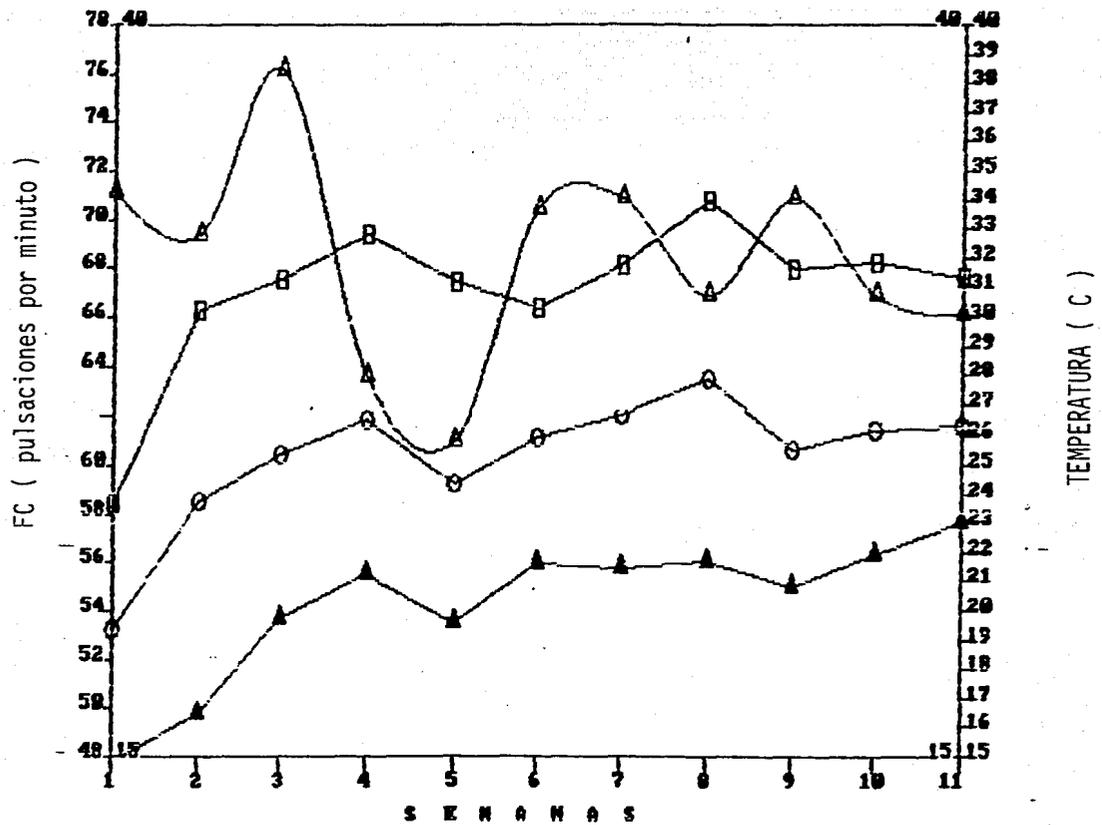


FIGURA 47. Correlación entre frecuencia cardíaca de vacas 3/4 H ( $\Delta$  FC) y temperatura máxima ( $\square$  TMx), media ( $\circ$  TMd) y mínima ( $\blacktriangle$  TMn) en la época de primavera.

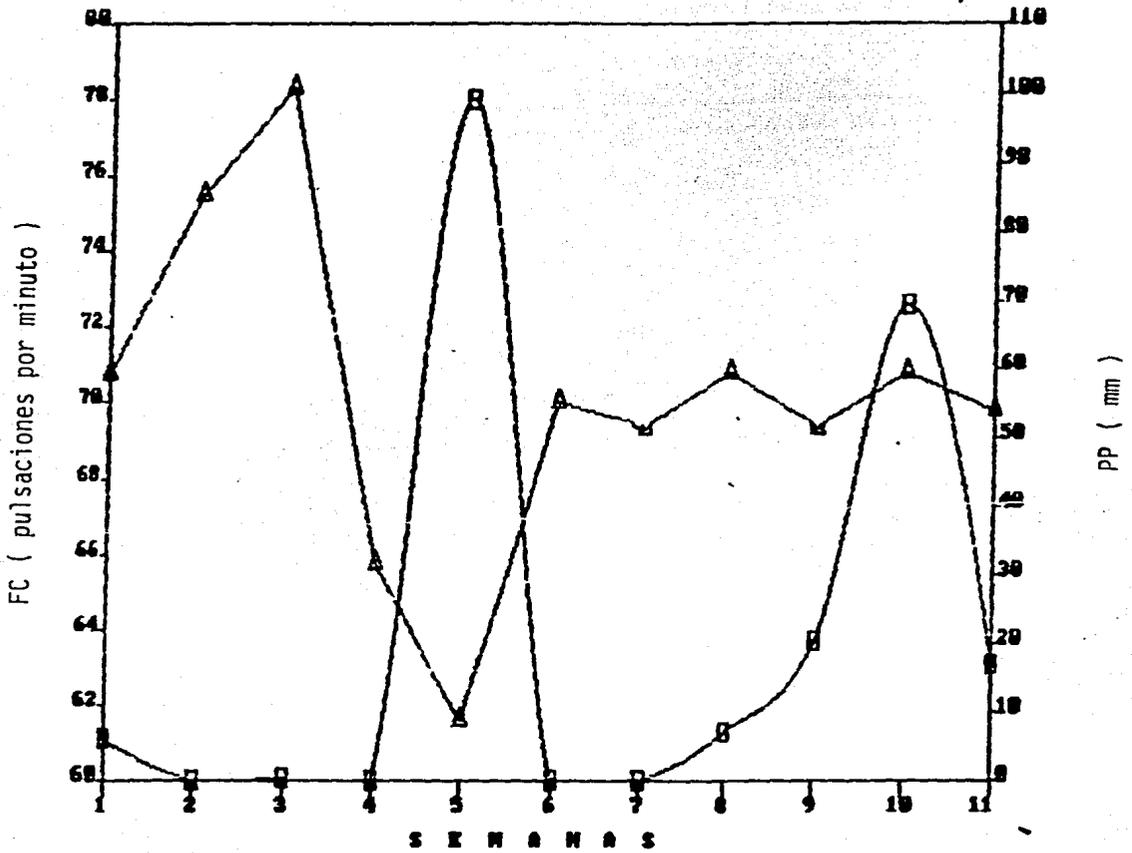


FIGURA 48. Correlación entre frecuencia cardíaca de vacas F1 ( $\Delta$  FC) y precipitación pluvial ( $\square$  PP) en la época de primavera.

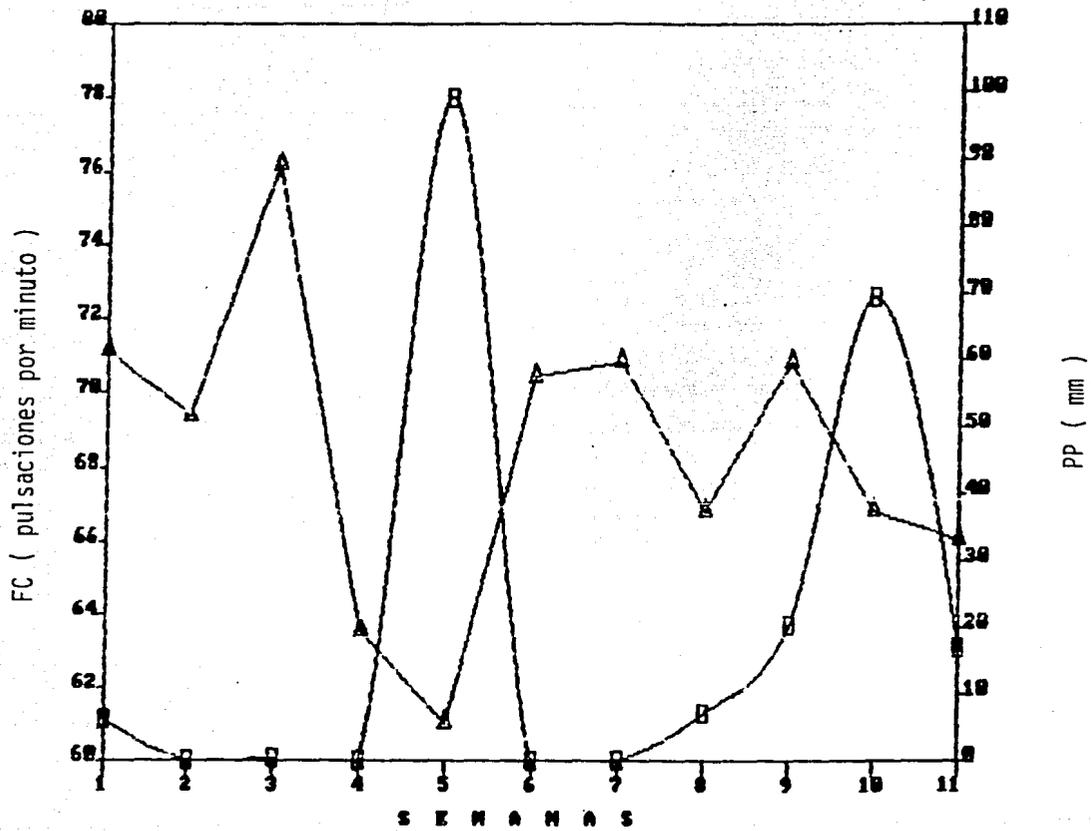


FIGURA 49. Correlación entre frecuencia cardíaca de vacas 3/4 H ( $\Delta$  FC ) y precipitación pluvial ( $\square$  PP ) en la época de primavera.

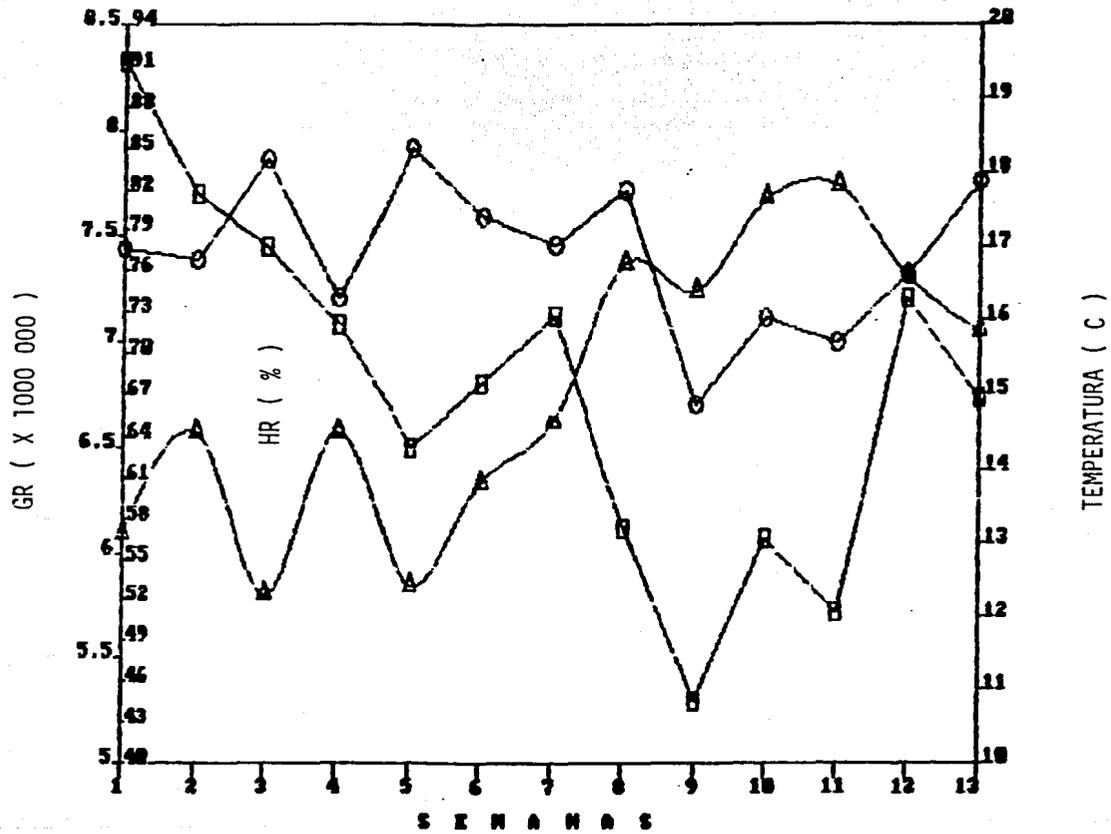


FIGURA 50. Correlación entre glóbulos rojos de vacas 3/4 H (  $\Delta$  GR ), temperatura mínima (  $\square$  TMn ) y humedad relativa (  $\circ$  HR ) en la época de invierno.

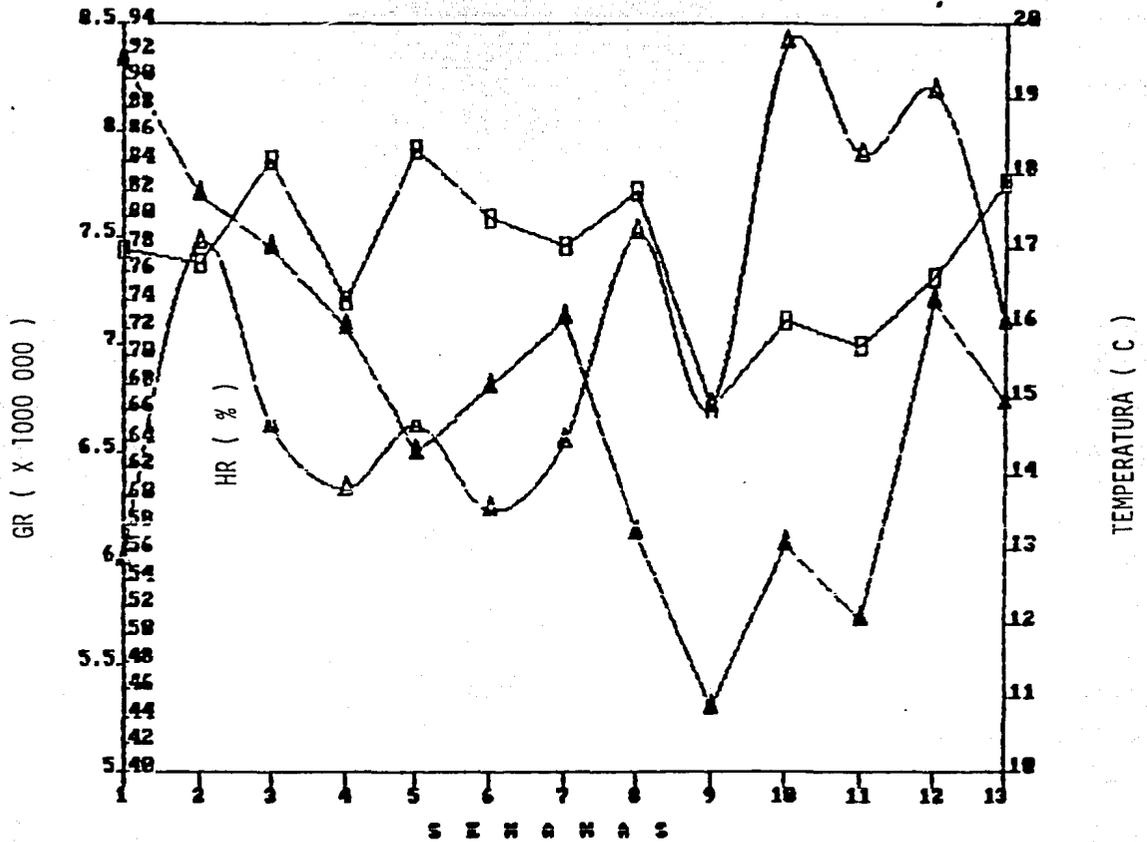


FIGURA 51. Correlación entre glóbulos rojos de vacas F1 (Δ GR), temperatura mínima (▲ TMn) y humedad relativa (□ HR) en la época de invierno.