

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

## ESCUELA DE AGRICULTURA



**COMPARACION DE METODOS EXPERIMENTALES PARA  
DETERMINAR LA CARGA ANIMAL OPTIMA EN  
ESTUDIOS DE PASTOREO.**

**TESIS PRESENTADA COMO  
REQUISITO PARCIAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO  
P R E S E N T A**

**MANUEL ACEVES ALVAREZ  
GUADALAJARA, JAL. 1981**

ESCUELA DE AGRICULTURA  
DE LA  
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

COMPARACION DE METODOS EXPERIMENTALES PARA DETERMINAR LA --  
CARGA ANIMAL OPTIMA EN ESTUDIOS DE PASTOREO.

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO

PRESENTA:

MANUEL ACEVES ALVAREZ.

GUADALAJARA, JALISCO, 1981.

A MIS PADRES: Sr. Andrés Aceves Delgadillo y Sra. Ma. del Rosario Alvarez de A., de quienes he recibido el cariño y apoyo suficiente para el logro de mis metas en la vida.

A MI ESPOSA E HIJO: Sra. Ofelia Ortíz y Héctor Manuel por su amor y comprensión.

A MIS HERMANOS: Salvador, Roberto, Lupita, José Luis Andrés y Alfredo; por su cariño y -- apoyo.

A LA FAMILIA: Vázquez Aceves; por distinguirse con su cariño y apoyo.

A LA FAMILIA: Alvarez Morales, de la cual guardo - gratos recuerdos.

A MIS COMPAÑEROS.

A MIS MAESTROS.

A MIS AMIGOS.

A G R A D E C I M I E N T O S :

A todas las personas e Instituciones que participaron en la elaboración de este trabajo; de manera muy especial al "Colegio Superior de Agricultura Tropical" y al Programa "PI--DER" que proporcionó el apoyo económico.

A los Ingenieros y M.C. J. Jesús Pérez González, Francisco-Meléndez Nava y Tomás Lasso Gómez quienes fungieron como -- asesores en el presente estudio.

Al Honorable Jurado: Ingenieros y M.C. Jesús Alvarez González, Juan Ruiz Montes y Tomás Lasso G.

## C O N T E N I D O .

	Pág.
1.- INTRODUCCION.	1
2.- REVISION DE LITERATURA.	3
2.1. Sistema de pastoreo	3
2.1.1. Pastoreo contínuo.	3
2.1.2. Pastoreo rotacional.	3
2.2. Definición de conceptos.	6
2.2.1. Cargas animal.	6
2.2.2. Presión de pastoreo.	7
2.2.3. Capacidad de carga	7
2.3. Métodos experimentales para dterminar la capacidad de carga.	8
2.3.1. Cargas fijas.	8
2.3.1.1. R i e w e .	9
2.3.2. Put and Take (Quitar y poner).	9
2.4. Efecto de la carga animal sobre la -- producción de carne.	10
2.4.1. Efecto de la carga animal sobre la - ganancia por animal y por hectárea.	10
2.4.2. Efecto de la carga animal sobre la- pradera y el suelo.	12
3.- MATERIALES Y METODOS.	16
3.1. Descripción del área de estudio.	16
3.1.1. Ubicación	16

	Pág.
3.1.2. Clima y Suelos.	16
3.2. Procedimiento experimental.	19
3.2.1. Toma de datos.	20
3.2.2. Análisis estadístico.	21
4.- RESULTADOS.	22
4.1. Aspectos climáticos durante el período experimental.	22
4.2. Comportamiento animal durante el experimento,	22
4.2.1. Ganancia/animal y/ha, en cada repetición, (método de Riewe).	22
4.2.2. Ganancia/animal y/ha en el promedio. (Análisis con repetición).	29
5.- DISCUSION.	32
5.1. Carga animal óptima mediante Riewe.	32
5.2. Carga óptima mediante cargas fijas con repeticiones.	33
6.- CONCLUSIONES.	35
7.- RESUMEN.	36
8.- LITERATURA CITADA.	38
9.- APENDICE,	



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

## INDICE DE CUADROS

Núm.	Descripción	Pág.
1.-	Características físico-químicas en el suelo del área donde se llevó a cabo el estudio.	19
2.-	Regresión y correlación entre carga animal, ganancia/animal y Ha.	23
3.-	Determinación teórica de la ganancia/animal /ha, mediante las ecuaciones de regresión-en pasto estrella.	24
4.-	Análisis de varianza para la ganancia de peso vivo durante el período experimental.	29
5.-	Ganancia total/animal y/ha, (Kg.) de ambas repeticiones y promedio durante el período experimental.	30

## INDICE DE FIGURAS.

Núm.	Descripción	Pág.
1.-	Relación entre carga animal y producción por animal y por Ha. (Propuesta por Mott, 1960).	11
2.-	Relación entre carga animal y producción por animal y por ha. Según Riewe, (1961)	14
3.-	Efecto de carga animal sobre la ganancia por animal y por ha. Según Riewe, (1961)	15
4.-	Distribución mensual de la temperatura - media y precipitación para un período de 10 años (1966-75) en el ejido Ceibita, - Mpio. de Tacotalpa, Tab.	17
5.-	Determinación teórica de la ganancia óptima biológica por animal/ha, mediante Riewe (1°. repetición).	26
6.-	Determinación teórica de la ganancia óptima biológica por animal/ha, mediante Riewe (2°. repetición).	27



Núm.	Descripción	Pag.
7.-	Determinación teórica de la ganancia óptima biológica por animal/ha, en el promedio de ambas repeticiones.	28

## 1.- INTRODUCCION.

Uno de los principales factores en la producción de carne y leche en paraderas, es la determinación de la carga óptima animal, sin embargo, para determinar ésta, se requiere de investigación en cada especie de pasto, y áreas ecológicas que presentan superficies importantes de pastizales en el País.

Entre los métodos de mayor difusión para determinar la carga animal, se encuentra el producto por Riewe (1961), el cual, al no utilizar repeticiones por tratamientos requiere lógicamente de un menor número de animales, en la unidad experimental minimizando así el manejo de éstos en pequeñas superficies, y por lo tanto representando un considerable ahorro económico en la evaluación de las paraderas. Existen otros métodos para evaluar la carga óptima, tal es el caso del método con cargas fijas con el uso de repeticiones y el de Put and Take (Petersson y Lucas, 1971), sin embargo, éstos requieren de un mayor número de animales -- y superficie incrementándose la mano de obra en el manejo de pradera y animales, y lógicamente el costo de su aplicación.

Dado que México es un País en desarrollo, con baja capacidad financiera, falta de suficiente personal técnico capacitado para la investigación, la cual es costosa, se hace

prioritaria la implementación de métodos de investigación - con la menor erogación posible, pero que nos represente fielmente el problema planteado. De aquí y en base a lo anteriormente expuesto se plantea como objetivo del presente estudio encontrar el método más eficiente y económico para obtener la carga óptima animal en praderas tropicales.

## 2.- REVISION DE LITERATURA.

### 2.1. Sistema de pastoreo.

Existen principalmente dos sistemas de pastoreo: Continuo y rotacional.

#### 2.1.1. Pastoreo continuo.

Este sistema se basa en el pastoreo ininterrumpido de los animales en una área en la cual realizan un pastoreo libre, sin ningún esfuerzo por mantener el pastoreo en un sector particular del área utilizada (Semple 1974; Mc. Meekan ---- 1973), así mismo Morley (1974), al definir el pastoreo continuo menciona que es el que se realiza durante todo el año en una misma área.

#### 2.1.2. Pastoreo rotacional.

Es el que se realiza cuando los animales permanecen un tiempo determinado en una área para posteriormente cambiarlos a otra; pastoreo que se lleva a cabo en forma estratégica y programada. Existen variantes en éste método como son: Pastoreo alternado, pastoreo en franjas, pastoreo diferido. -- (Paladines 1972 a).

Ahora bien es importante señalar que el efecto que causa -- el sistema de pastoreo sobre la producción animal, es --- bastante discutido, de tal manera que hasta el momento no no se ha llegado a definir con exactitud si mediante un siste

ma se obtienen mayores ganancias con respecto al otro.

Algunos investigadores como Stobbs (1969); Harrington y Pratchet (1974); Horton y Holmes (1974), trabajando con bovinos y Robinson y Simpson (1975), con ovinos, reportan ganancias semejantes para pastoreo continuo contra rotacional tanto en praderas nativas como mejoradas, en la producción de carne y lana respectivamente. Otros autores como Paladines (1972 b), mencionan mayores ventajas al usar el pastoreo rotativo. Al respecto, Vicente Chandler et al (1967), reportan para Puerto Rico, una mayor uniformidad en la defoliación de las pasturas, mayor distribución de la escreta y una producción generalmente mayor mediante el sistema de pastoreo rotacional con respecto al continuo; así mismo Vicente Chandler et al (1953), en Puerto Rico con una Asociación Kudzu tropical (Puerparia phaseoloides) y pasto melao (Melinis minutiflora) encontraron producciones mayores en pastoreo rotacional que con continuo (500 vs. 408 Kg. de peso vivo/ha/año), también indican que es importante tomar en cuenta el intervalo y severidad de pastoreo. Paladines (1972 b), menciona que mediante el sistema de pastoreo rotacional se obtiene una mayor producción animal por unidad de área, mayor flexibilidad en el manejo de los animales, facilidad en la conservación del crecimiento excesivo de los forrajes, mejor empleo de potreros y menos efecto dañino de sobre pastoreo; así mismo señala, que la diferencia entre los dos sistemas es mayor cuando se usan cargas altas.

Sin embargo Delgado y Alfonso (1974), en un experimento en Cuba, utilizaron dos sistemas de pastoreo: Rotacional con cuatro y diez potreros y en franjas con el uso del cerco eléctrico con dos cargas (3.5 y 5 animales/ha), reportan que al utilizar más de cuatro potreros, no se incrementa significativamente la producción, pero sí aumenta el costo de la explotación. Campbell (1978), al conducir un ensayo sobre sistemas de pastoreo durante 3 años, realizado en la estación experimental de Ruakura Nueva Zelandia, concluyó que el mejor uso de las praderas se efectúa mediante el pastoreo rotativo al utilizarse cargas altas, lo anterior es corroborado por Morley (1974) y Semple (1974), quienes además mencionan que en trabajos con vacas lecheras existe una mayor producción de grasa por unidad de superficie con el uso del pastoreo rotacional. Sin embargo algunos investigadores (Ottosen Brown y Maraske 1976, citados por Humphreys 1976), señalan que la producción de leche y grasa contenida en ella, mediante un trabajo realizado en Ather-ton, Queensland, éstas fueron ligeramente superiores en las vacas que se pastorearon bajo sistema de pastoreo continuo que las vacas que se pastorearon en forma rotacional. A éste respecto Mc. Meekan (1973), menciona sólo una pequeña diferencia en cuanto a la producción de leche o grasa de ésta, por el efecto de sistemas de pastoreo, indicando también que mediante el pastoreo continuo se presentan más grandes las fluctuaciones estacionales en la producción mientras que vacas que son sujetas a pastoreo rotacional -

mantienen un peso ligeramente superior.

Stobbs (1969), en la producción de carne en Uganda menciona que no hubo diferencia entre sistemas de pastoreo hasta que se presentó la sequía, etapa en la cual se incrementó significativamente el peso vivo en pastoreo continuo. Finalmente Humphreys (1976), menciona que el pastoreo continuo es mejor cuando se utilizan cargas óptimas, aduciendo que la diferencia se presenta debido a que bajo éste sistema los animales recorren libremente los pastizales seleccionando las raciones de su preferencia, mientras en el pastoreo rotacional se obliga a los animales a consumir pastos lignificados con baja calidad nutritiva, además concluye que los trabajos, en los cuales, los investigadores reportan mayores ganancias de peso vivo al comparar el pastoreo rotacional vs. continuo; son debido a que utilizan cargas altas en los tratamientos.

## 2.2. Definición de conceptos.

### 2.2.1. Carga animal.

Con relación a éste término Mott (1960) y Paladines (1972 b) lo definen como el número de animales que pastorean una superficie dada, sin tomar en cuenta las características de la pradera con relación a los animales que la consumen y se puede expresar como animales por hectárea o hectárea por animales.

### 2.2.2. Presión de pastoreo.

Mott (1960), menciona que es el número de animales que pastan en una pradera cuando se toma en cuenta la disponibilidad de forraje (materia seca). Así mismo, Semple (1974), define la presión de pastoreo como la capacidad de dotación de las pasturas, mencionando que ésta se puede medir en unidades animales por mes o sea, la cantidad de forraje en materia seca que consume en un mes una cabeza de ganado para mantenerse en buenas condiciones de crecimiento y productividad.

### 2.2.3. Capacidad de carga.

De Alba (1971), menciona que el mayor interés que tiene el ganadero sobre las praderas, está ligado al producto animal que de ella se obtiene, de ahí la importancia de definir este concepto; éste autor define "capacidad de carga" como una función de la pradera en términos de unidades animales que puede sostener en estado productivo durante un año sin deterioro de su condición. Así mismo Cowlisam (1969), menciona que la capacidad de carga es el número de animales de un tipo específico que pueden sobrevivir en una superficie dada y obtener ganancias en una época o período específico. Al respecto Mott (1960), anota que capacidad de carga es la carga animal en su óptima presión de pastoreo.



### 2.3. Métodos experimentales para determinar la capacidad de carga.

Existen varios métodos para determinar la capacidad de carga de las praderas siendo los más comunes las que a continuación se describen.

#### 2.3.1. Cargas fijas.

Paladines (1972 b), menciona que éste método consiste en escoger dos o más cargas para un tratamiento determinado manteniéndolas permanentemente en un mismo potrero, así mismo generalmente se usa la carga como una de las variables del experimento, con dos o más repeticiones; mediante el uso de este método las cargas a evaluar deberán determinar cuando menos un punto en el cual la ganancia por hectárea sea menor que la óptima, otro que sea la óptima y otro mayor a la óptima. Tratando de que éstas sean lo más separadas posible, --unas de otras sin permitirse cargas tan altas que destruyan la pradera. Bajo situaciones en que exista una producción estacional marcada de forraje, se usa una variación de este método denominado "carga fija estacional" la cual consiste en escoger cargas fijas para cada época o estación del año; este método se puede usar bajo cualquier diseño de los comúnmente empleados (por ejemplo: completamente al azar, bloques al azar, etc.) con una superficie constante y número variable de animales o número constante de animales pero superficie variable.

### 2.3.1.1. Riewe.

Riewe (1961), propone el método para determinar la carga animal, bajo el cual los animales deben permanecer todo el año en la pradera, probándose como mínimo tres cargas sin repeticiones, argumentando que existe mayor variabilidad entre --- otros factores (genéticos, de manejo, sanidad, etc.), que en tre repeticiones; el análisis estadístico debe ser acompañado de uno de covarianza que nos indique la interacción entre carga y tratamiento, cuando así se requiere.

### 2.3.2. Put and Take (Quitar y poner).

El Put and Take, también denominado carga variable o unidad efectiva de alimento, se basa en el ajuste periódico que se realiza del número de animales de acuerdo a la disponibilidad de forraje de la pradera, en donde existe un grupo de animales constante que permanece pastando la pradera durante todo el período de prueba experimental (animales testigos) y otro grupo de animales que serán metidos y sacados de acuerdo a disponibilidad de forraje (animales volantes), se acepta que la producción de los animales testigos es una medida de la calidad del forraje y la de los volantes como una medida de la cantidad del mismo, bajo éste método es interesante la estimación correcta de la disponibilidad de forraje para determinar cuando entran y salen los volantes, así mismo, es determinada una carga promedio anual y una óptima para cada época del año, la cual varía de acuerdo a la producción esta

cional del forraje (Pettersson y Lucas, 1971), este método puede emplearse bajo cualquier diseño experimental de los comúnmente usados en ganadería. Sin embargo presenta varias desventajas, una de ellas es la subjetividad para establecer el criterio necesario para evaluar la pastura disponible de la pradera en las diferentes épocas del año, con el objeto de conocer el momento de quitar o poner animales "Volantes" en las parcelas experimentales (Paladines, 1972-A), otras de las desventajas al utilizar este método es que el investigador debe tener experiencia y finalmente la dificultad que presenta la obtención de animales adecuados para utilizar como volante en el experimento.

#### 2.4. Efecto de la carga animal sobre la producción de carne.

##### 2.4.1. Efecto de la carga animal sobre la ganancia por animal y por hectárea,

Existen básicamente dos corrientes que proponen Mott (1960) y Riewe (1961), sobre el efecto que ejerce la carga en la ganancia por animal y por unidad de superficie. Así Mott (1960), afirma por un lado, que al incrementar la carga la ganancia/animal se mantiene relativamente constante hasta llegar a un punto después del cual declina drásticamente, así mismo la ganancia por unidad de superficie (ha), se incrementa en forma lineal conforme se aumenta la carga -

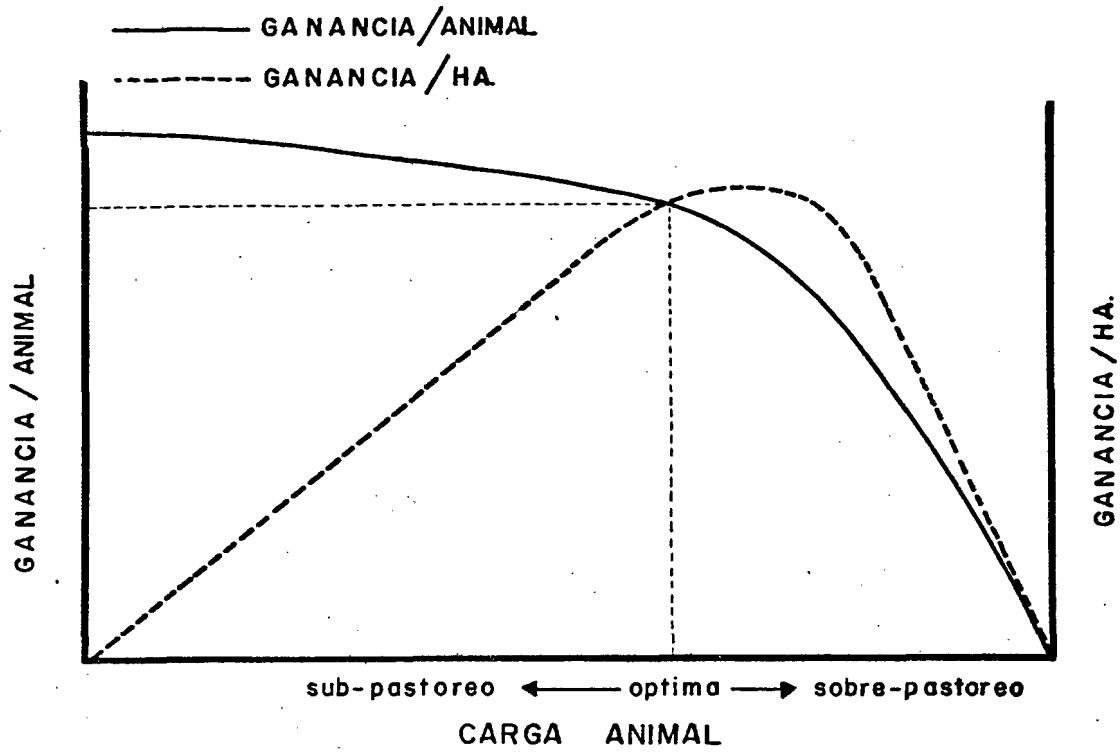


FIG.1 RELACION ENTRE CARGA ANIMAL Y PRODUCCION POR ANIMAL Y POR HA (propuesta por Mott, 1960)

animal, sin embargo llega un momento en que ésta cae bruscamente (fig. 1) y por el otro, el señalamiento que hace Riewe (1961), al efecto que ejerce la carga en la ganancia/animal y por ha, observándose que a medida que la carga se incrementa la ganancia/animal se reduce en forma lineal negativa y la ganancia/ha. aumenta hasta un punto después del cual declina (fig. 2), son varios los investigadores (Jones 1975, Jones y Sandland 1974), que confirman el efecto que menciona Riewe en 1961, (fig. 3), al señalar que la ganancia/animal corresponde a una línea recta negativa que se ajusta a la forma  $Y = a - bx$  y la ganancia/ha se ajusta a una línea curva que corresponde a la fórmula  $Y = ax - bx^2$ .

#### 2.4.2. Efecto de la carga animal sobre la pradera y el suelo.

Es bien sabido el efecto que las cargas animal altas ejercen sobre la composición botánica y la compactación del suelo. (González y Meléndez 1978; Moreno 1976 y Paladines 1972). Para el primer aspecto se anota que debido al pastoreo selectivo, realizado por el animal, el cual se caracteriza por la preferencia en el consumo de las spp. más nutritivas y el rechazo de las malezas presentes en la pradera, ocasiona la desaparición gradual de las primeras y la proliferación de las segundas, lo que provoca, un desvalance en la composición botánica de la pradera, afectando di-

rectamente la producción forrajera e indirectamente la producción animal (carne y leche). Con respecto a la compactación del suelo ésta se presenta durante la época lluviosa, es decir, cuando existe elevada humedad en el suelo.

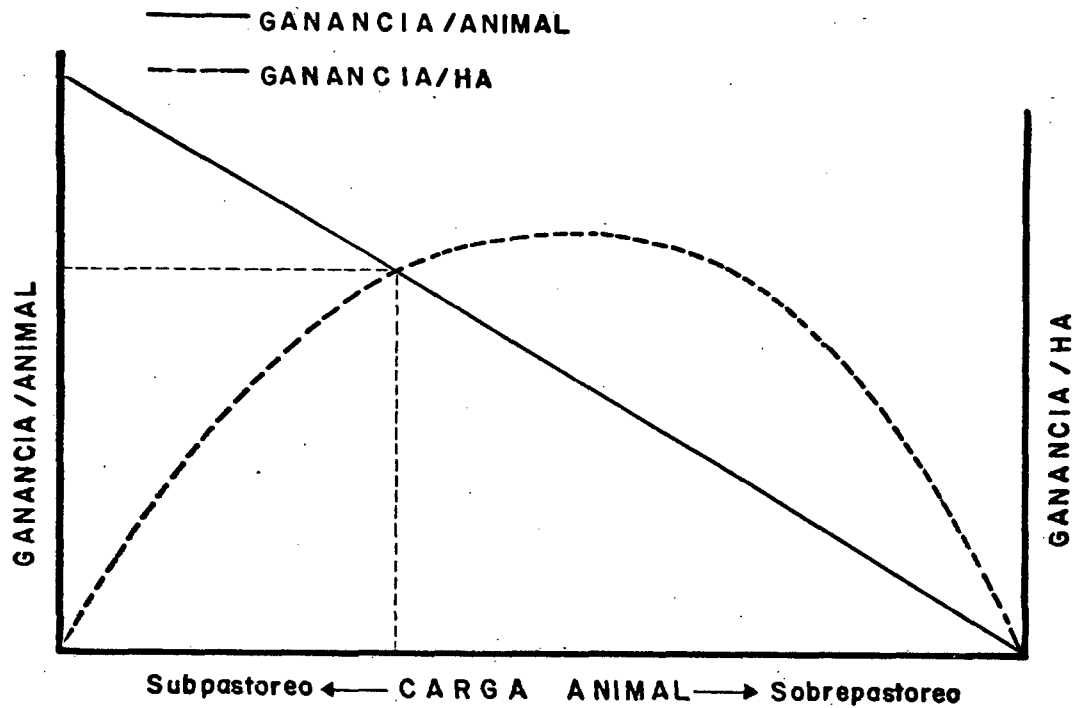


FIG. 2 RELACION ENTRE CARGA ANIMAL Y PRODUCCION POR ANIMAL Y POR HA. Segun Riewe, (1961).

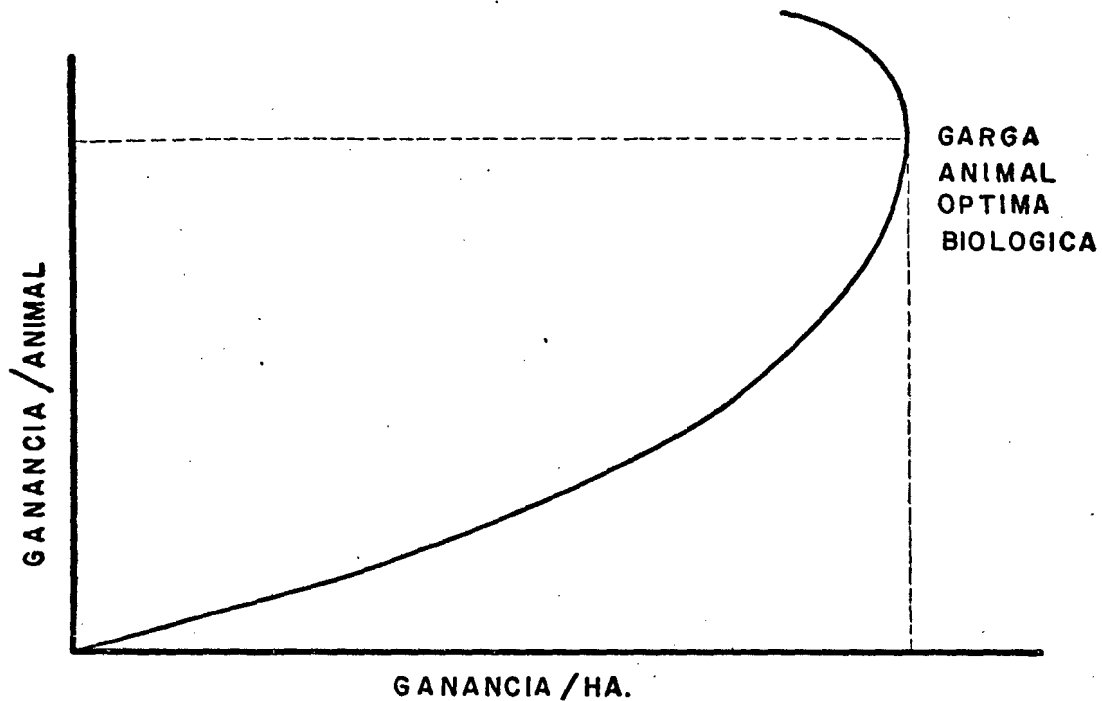


FIG.3 EFECTO DE CARGA ANIMAL SOBRE LA GANANCIA POR ANIMAL Y POR HA. Segun Riewe (1961)



### 3.- MATERIALES Y METODOS.

#### 3.1. Descripción del área de estudio.

##### 3.1.1. Ubicación.

El Estado de Tabasco se encuentra localizado en Sureste de México entre los paralelos 17°15' y 18°40' de latitud Norte y los meridianos 91°00' a 94°15' de longitud Oeste al Meridiano de Greenwich. Comprende una superficie de 25,337 Km<sup>2</sup> presentando la mayor parte de su extensión territorial una planicie costera con una longitud de 350 Km. y una anchura que varía entre 75 y 125 Km. (Osorio 1974). El Estado se divide geográficamente en cuatro regiones, las cuales son: Centro, --- Chontalpa, los Ríos y Sierra, ocupándonos de esta última, en la cual se encuentra enclavado el Municipio de Tacotalpa y -- dentro de él el Ejido Ceibita, lugar donde se llevó a cabo el experimento.

##### 3.1.2. Clima y Suelos.

El clima que predomina en ésta región corresponde Af (m) w" - (i) g, según la clasificación de Koppen, modificada por García (1973) para la República Mexicana, y corresponde a un clima tropical húmedo con lluvia todo el año.

Los principales factores climáticos (temperatura y precipitación) ocurridos en la región durante un período de 10 años, se presentan en la (fig. 4). Así se tiene que la precipita--

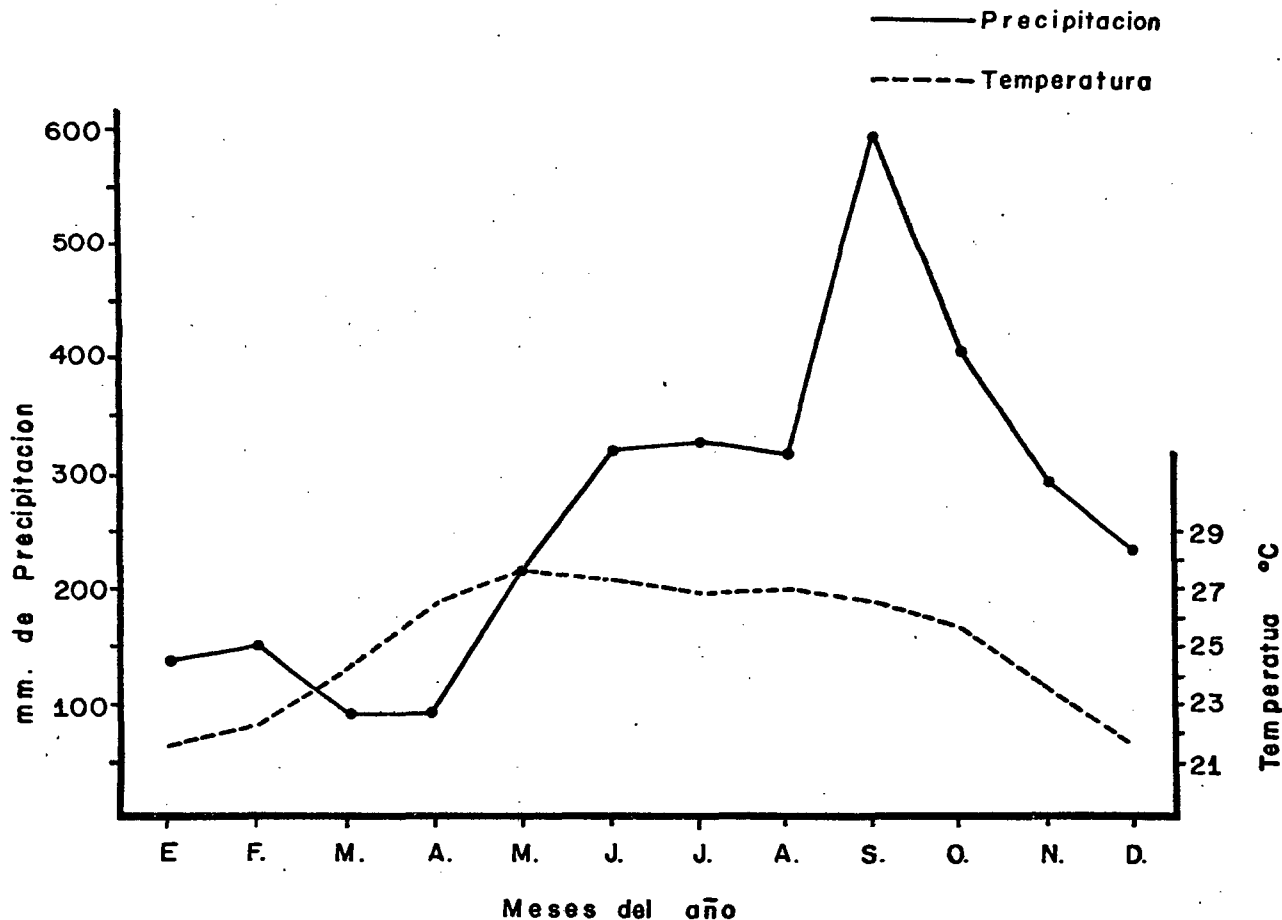


FIG. 4 DISTRIBUCION MENSUAL DE LA TEMPERATURA MEDIA Y PRECIPITACION PARA UN PERIODO DE 10 AÑOS (1966-75) EN EL EJIDO CEIBITA, MUPIO. DE TACOTALPA, TAB.

ción anual en promedio fué de 3,270 mm. y la temperatura promedio fue de 24.9°C; con variaciones muy marcadas a través del año.

Con relación al factor edáfico, en los municipios de Teapa y Tacotalpa se diferencian grandemente dos tipos de suelos - Cotecoca (1968).

a).- La porción norte de estos municipios se encuentra formada por una planicie inundable con suelos de aluvión profundos formados por material de arrastre, que las precipitaciones abundantes durante el año acarrearán de las partes altas que se localizan al sur de estos municipios.

b).- La parte sur de ésta región está formada por suelos latosoles poco profundos de topografía accidentada y de buen drenaje superficial.

En un estudio de suelos, Cotecoca (1968), menciona que en la planicie costera cerca del pié de la sierra del norte de --- Chiapas se encuentran arcillas arenosas, arenas y gravas del pleistoceno (cuaternario), y en las áreas bajas y planas los suelos son aluviales profundos y en las lomas y cerros son latosoles.

Algunas de las características físico-químicas del suelo donde se realizó el estudio, se encuentran en el cuadro 1.

Cuadro 1, características físico-químicas en el suelo del -  
 área donde se llevó a cabo el estudio.

PH	Granulometría				Textura	C.I.C.T.	
H <sub>2</sub> O	HC1	Arena %	Arcilla %	Limo %	Arcilla	en Me/100 g	
6.7	5.45	46.42	38.19	15.38	Arenoso	30.16	
M.O.	N +	C. O.	P	Bases intercambiables (Me/100 g)			
%	%	%	%	Ca	Mg	Na	K
2.53	0.136	1.47	1.39	25.97	8.33	0.125	0.337

Los resultados nos muestran que se trata de un suelo sin pro  
 blemas de acidez (ligeramente ácido) poroso, con buen conte-  
 nido de materia orgánica, baja cantidad de fósforo disponi--  
 ble.

### 3.2. Procedimiento Experimental.

El presente estudio fué realizado en el Ejido Ceibita del  
 municipio de Tacotalpa, Tabasco en la confluencia de los ---  
 17°30' de latitud norte y los 92°45' de longitud oeste --  
 al meridiano de Greenwich y a una altura de 60 msnm.

Siendo utilizada una pradera de zacate estrella africana -- (Cynodon plectostachyus) la cual tenfa dos años de establecida y no había sido pastoreada, dicha pradera recibió una fertilización básica de 200 kg/ha/año de nitrógeno dividida en cuatro aplicaciones iguales, usando como fuente de nitrógeno urea (46% N), la superficie total utilizada fué de -- 3.133 hectáreas, dividida en seis potreros, siendo dos de -- 4,000 m<sup>2</sup> cada uno, dos de 5,000 m<sup>2</sup> y dos de 6,666 m<sup>2</sup>, en cada potrero se colocaron dos animales cebú comercial \*previadesparasitada interna y externa con un peso inicial promedio de 200 Kg., los cuales eran pesados cada 28 días, previa dieta de agua y pasto de 16 horas aproximadamente. Se siguió un calendario de vacunación y baños garrapaticidas tal como se recomienda para la zona. El trabajo se condujo por un periodo de 12 meses, los animales fueron sustituidos por otros al alcanzar el peso vivo de comercialización para sacrificio -- que es de aproximadamente 400 Kg.

### 3.2.1. Toma de datos.

Los tratamientos en estudio fueron, las cargas de 3, 4 y 5 animales/ha con dos repeticiones por tratamiento, la carga animal fué calculada con un número fijo de animales (dos por potrero) y con una superficie variable del terreno. Asimismo los parámetros medidos fueron la gan/an/día y la gan/ha. total.

---

\* Animales regionales encastados con cebú.

### 3.2.2. Análisis estadístico.

Fueron utilizados dos métodos de análisis siendo el primero de ellos, cargas fijas analizada en un diseño completamente al azar con dos repeticiones/tratamiento bajo el siguiente modelo estadístico.

$$Y_i = \mu + \tau_i + \epsilon_i$$

donde:

$\mu$  = Efecto de la media poblacional.

$\tau_i$  = Efecto del  $i$ ésimo tratamiento. (Carga animal).

$\epsilon_i$  = Efecto del error experimental.

El segundo método experimental corresponde al modelo propuesto por Riewe (1961), el cual no usa repeticiones, para este estudio las repeticiones fueron consideradas como dos experimentos por separado.

De donde:

Para determinar la ganancia por animal se utilizó la siguiente ecuación de regresión lineal:

$$Y = a - bx$$

mientras que para obtener la ganancia/ha se empleó la siguiente, la cual se ajusta a una línea curva.

$$Y = ax - bx^2$$

#### 4.- RESULTADOS.

##### 4.1. Aspectos climáticos durante el período experimental.

La precipitación, temperatura y evaporación que ocurrieron durante el desarrollo del estudio se muestran en las figuras 1 y 2 del apéndice, en las cuales se observa que se presenta un período de escasa precipitación en Marzo y Mayo y alta en los meses restantes, donde incluye primero una época de lluvias (agosto, septiembre y octubre) y posteriormente otra de nortes (noviembre, diciembre, enero). Con respecto a la temperatura se puede observar que ésta fué alta de Marzo a Octubre y baja de Noviembre a Febrero.

##### 4.2. Comportamiento animal durante el experimento.

###### 4.2.1. Ganancia/animal y/ha, en cada repetición, (Método de Riewe).

En la primera repetición la máxima ganancia/animal se obtuvo con 3 animales/ha, que es la carga más baja estudiada intermedia con 4 e inferior con 5. En la segunda repetición la máxima ganancia/animal se presentó con 4, que es la carga intermedia estudiada, siendo similares 3 y 5 animales/ha.

La máxima ganancia/ha en la primera repetición se obtuvo -- con 4, intermedia con 5 y más baja con 3 animales/ha, en -- la segunda la máxima fué con 5, intermedia con 4 y más -- baja con 3 animales/ha, (cuadro 5). Si analizamos éstos da-

tos encontramos que la ganancia de peso vivo por animal, en la segunda repetición no se comportó como era de esperarse, ya que al aumentar la carga de 3 a 4 animales/ha, la ganancia de peso vivo promedio/animal no disminuyó, sin embargo - esto sí ocurrió cuando aumentamos de 4 a 5 animales/ha.

La ecuación de regresión obtenida para la ganancia / animal en la primera repetición representa una función lineal negativa y existe una correlación estrecha ( $r = -0.92$ ), sin embargo en la segunda repetición la ecuación de regresión casi es paralela al eje de las X (con una pendiente mínima) y la correlación es notoriamente baja  $r = -0.07$  (cuadro 2).

Cuadro 2.- Regresión y correlación lineal entre la carga animal y la ganancia/animal y ha.

FACTOR	REPETICION	REGRESION	CORRELACION
Ganancia/animal	I	$Y = 324.5 - 33.75(x)$	$r = -0.92$
	II	$Y = 182.91 - 1.52(x)$	$r = -0.07$
	PROMEDIO	$Y = 252.64 - 17.62(x)$	$r = -0.95$
Ganancia/ha.	I	$Y = 324.5(x) - 33.75(x)^2$	
	II	$Y = 182.91(x) - 1.52(x)^2$	
	PROMEDIO	$Y = 253.64(x) - 17.62(x)^2$	



De acuerdo a las ecuaciones de regresión la ganancia/ha fué máxima bajo una carga teórica de 5 animales/ha en la primera repetición y de 61 animales/ha en la segunda repetición y de 7 animales/ha en el promedio (cuadro 3 y figs. 5, 6 y 7).

Cuadro 3.- Determinación teórica de la ganancia/animal/ha, -  
mediante las ecuaciones de regresión en pasto es-  
trella.

CARGA ANIMAL	I REPETICION		II REPETICION		P R O M E D I O:	
	gan/ani mal.	gan/ha.	gan/ani mal.	gan/ha.	gan/ani mal.	gan/ha.
2	257.0	514.0	179.8	359.6	218.4	436.8
3	223.2	669.7	178.3	534.9	200.7	602.3
4	189.5	758.0	176.8	707.2	183.1	732.6
5	155.8	<u>778.7</u>	175.3	876.5	165.5	827.7
6	122.0	732.0	173.8	1042.8	147.9	887.5
7	87.3	611.1	172.3	1206.1	130.3	<u>912.1</u>
8			170.8	1366.4	112.6	901.4
9					95.0	855.5
10			167.0	1674.0		
20			152.8	3056.0		
30			137.8	4134.0		
40			122.8	4912.0		
50			107.8	5390.0		
60			92.8	5568.0		
61			91.3	<u>5569.3</u>		
62			89.8	5567.6		
65			85.3	5544.5		
70			77.8	5446.0		
90			47.8	43.02.0		

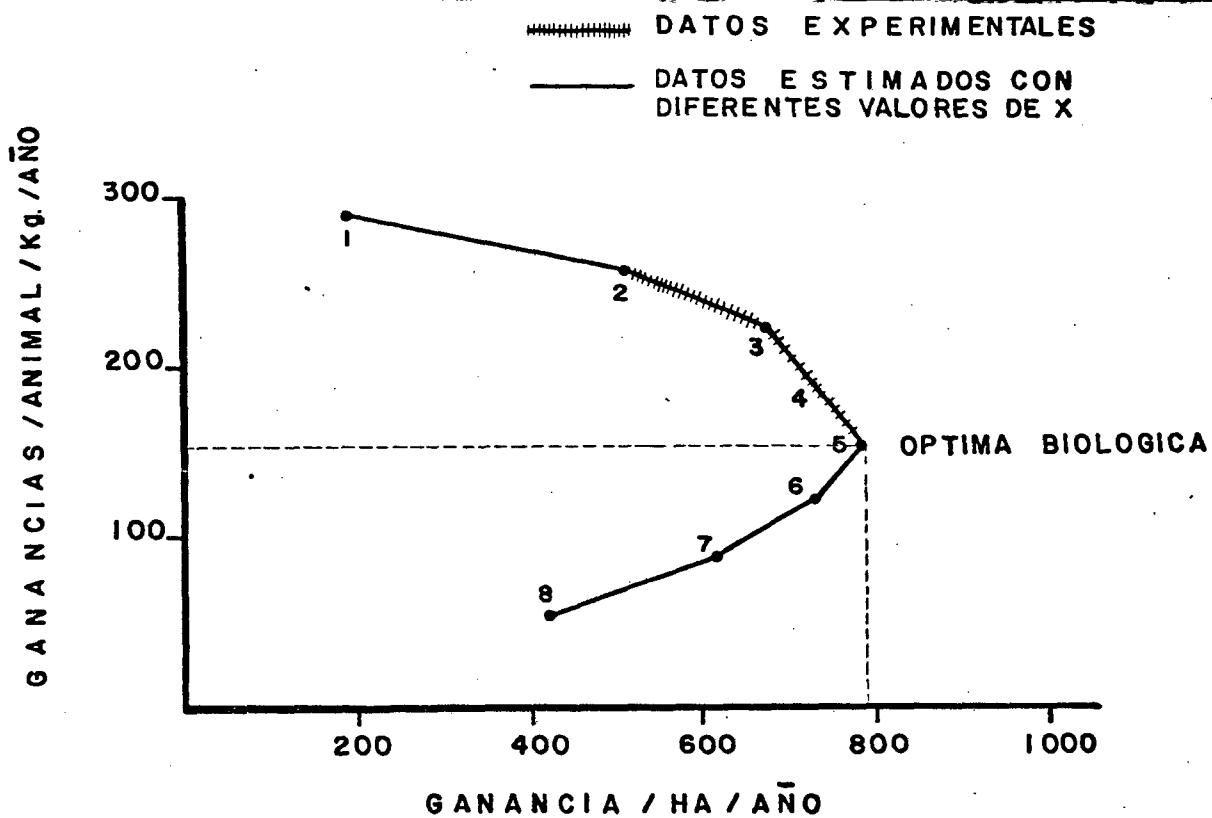


FIG. 5 DETERMINACION DE LA GANANCIA OPTIMA BIOLOGICA POR ANIMAL / HA MEDIANTE RIEWE (1ª Repetición)

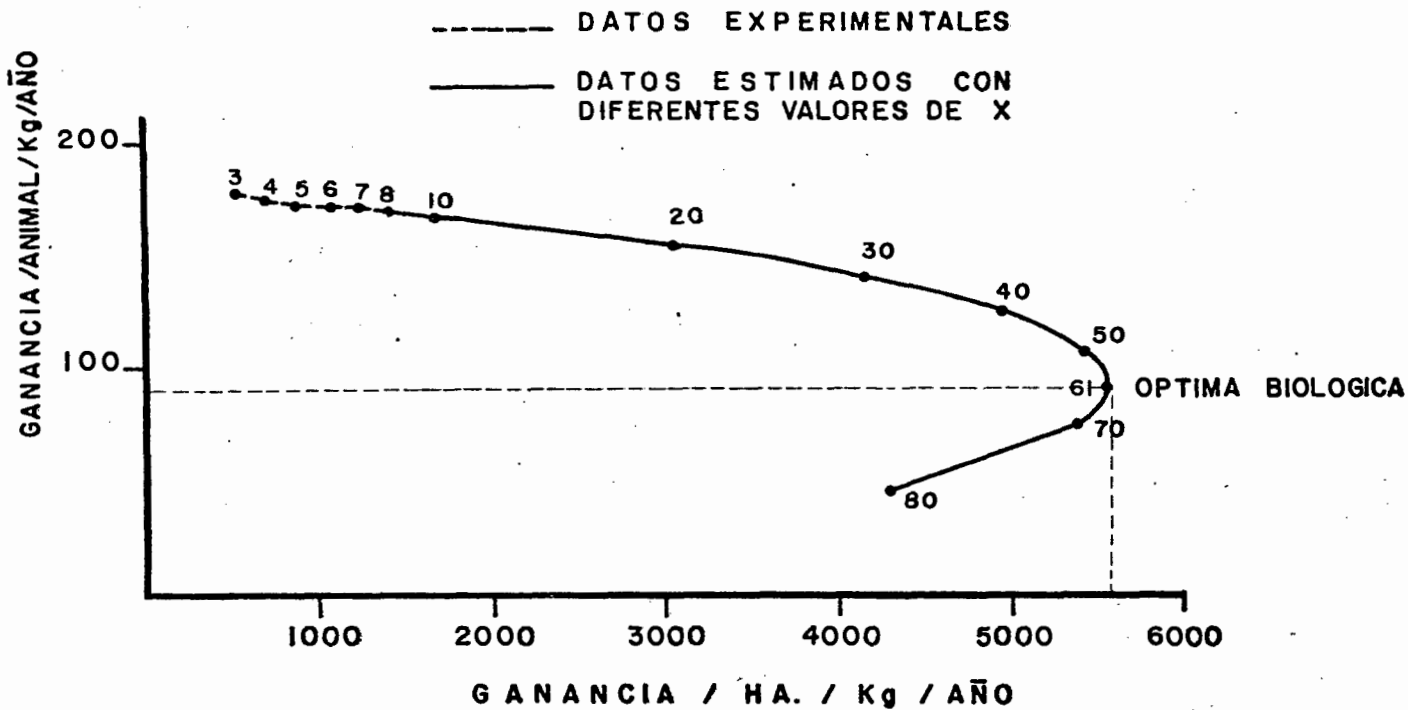


FIG. 6 DETERMINACION TEORICA DE LA GANANCIA OPTIMA BIOLOGICA / ANIMAL / HA. MEDIANTE RIEWE (2° Repetición).

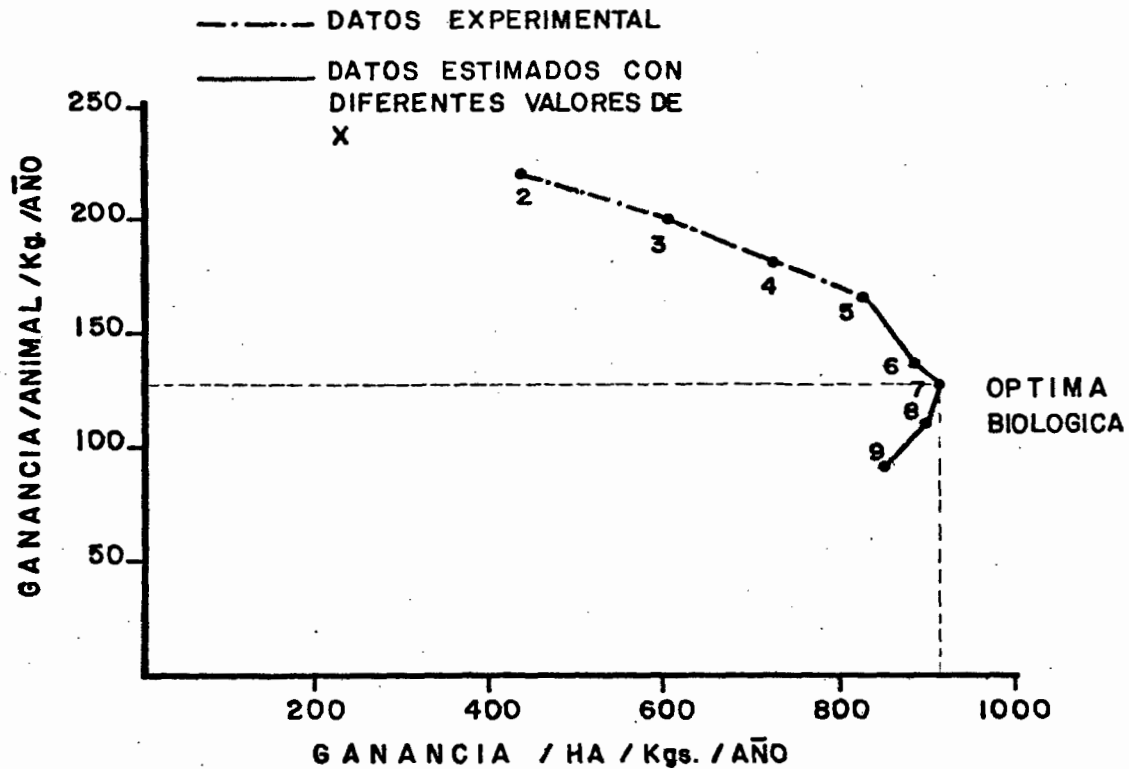


FIG.7 DETERMINACION TEORICA DE LA GANANCIA OPTIMA BIOLOGICA/ ANIMAL /HA EN EL PROMEDIO DE AMBAS REPETICIONES

4.2.2. Ganancia/animal y /ha en el promedio, (Análisis con - repetición).

Los análisis de varianza realizados para estos factores (cuadro 4) muestran que no se presentó diferencia significativa entre cargas en ambos factores.

Cuadro 4, análisis de varianza para la ganancia de peso vivo durante el período experimental.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F
<b>GANANCIA/ANIMAL</b>				
CARGA	2	2,452.58	1,226.29	2.79 N.S.
ERROR	3	1,319.25	439.75	
TOTAL	5	3,771.83		
C.V. =		<u>11.45%</u>		
<b>GANANCIA/HA</b>				
CARGA	2	67,565.58	33,782.79	7.22 N.S.
ERROR	3	14,027.13		
TOTAL	5	81,592.71		
C.V. =		<u>9.48%</u>		

N.S. Indica diferencia no significativa.

La ganancia en promedio de peso vivo/animal y /ha muestra en el cuadro 5, en donde se observa (igual que en la segunda repetición) que la ganancia de peso vivo promedio/animal no se comportó como se esperaba, o sea que la ganancia se redujera al incrementar la carga de 3 a 4 animales/ha, lo que ocurrió sólo en la primera repetición; sin embargo en la segunda y en el promedio esto, no ocurrió sino hasta que aumentamos de 4 a 5 animales/ha.

Cuadro 5.- Ganancia total/animal y /ha, (kg) de ambas repeticiones y promedio durante el período experimental.

CARGA ANIMAL	I REPETICION		II REPETICION		P R O M E D I O	
	GAN/ANIM.	GAN/HA.	GAN/ANIM.	GAN/HA.	GAN/ANIM.	GAN/HA.
3	215	615.0	166.5	499.5	190.75	572.25
4	206	824.0	200.5	802.0	203.25	813.0
5	147	737.5	163.5	817.5	155.50	777.50

Por otro lado la ganancia/ha se comporta de acuerdo a una ecuación cuadrática, ya que se obtuvo lo esperado, o sea conforme se aumenta la carga por unidad de superficie la ganancia/ha aumenta hasta llegar a un punto en el cual declina (fig. 3 del apéndice), así mismo se observa que la máxima ganancia por animal y por hectárea en el promedio se obtuvo -- con la carga de 4, menor con 3, e intermedia con 5 animales/ha (Cuadro 5).

La línea de regresión obtenida para la ganancia/animal en el promedio corresponde a una ecuación de regresión negativa y existe una alta correlación negativa estrecha ( $r = -0.95$ ).



## 5.- DISCUSION.

### 5.1. Carga animal óptima mediante Riewe.

La ganancia de peso vivo/animal en ambas repeticiones se redujo obedeciendo a una relación lineal negativa conforme se incrementa la carga/ha, lo cual concuerda con los planteamientos de Riewe (1961) y los resultados de varios investigadores (Pérez et al, 1976; Stobbs 1970; Harrington y Pratchet 1974 y Pérez 1979), este efecto se atribuye a la competencia que existió entre animales por el forraje tanto en cantidad como en calidad, es decir, al incrementar la carga, la ganancia/animal disminuyó.

Respecto a la ganancia de peso vivo/ha, conforme se incrementó la carga/ha, la producción aumentó hasta que llegó a un punto en el cual empezó a disminuir drásticamente, debido a la competencia que se ejercitó entre animales por el forraje siendo estos resultados semejantes a los que han obtenido otros investigadores: (Riewe, 1966; Conway, 1970; Jones 1975; Moreno, 1976; Pérez et al, 1976 b y González y Meléndez 1978)

En el anterior cuadro 3, se observa que la ganancia/animal - en ambas repeticiones y en el promedio obedece a una relación lineal negativa del tipo  $y = a - bx$ , mientras que la ganancia/ha se ajusta a una ecuación cuadrática del tipo  $y = ax - bx^2$ , como lo reporta Mott(1960), siendo confirmado por Jo---

nes y Sanland (1974), Jones (1975), González y Meléndez -- (1978). Por otro lado, se tiene que existe una gran diferencia en cuanto a la carga animal óptima biológica estimada para cada repetición (fig. 6 y 7). Al analizar los datos de la primera repetición se obtuvo una carga óptima teórica de cinco animales/ha y un alto coeficiente de correlación negativo ( $r = -0.92$ ) indicando que al aumentar la carga, baja la ganancia por animal, lo cual concuerda con los resultados de Riewe (1961). Para la segunda repetición se encontró una carga óptima Teórica de 61 animales/ha y un bajo coeficiente de correlación negativo ( $r = -0.07$ ) indicando que hay escasa relación entre la carga animal/ha y ganancia/animal. Estas diferencias entre repeticiones pudo ser causada por la incidencia de plagas y enfermedades en pasto y animales, diferencia don respecto al drenaje del suelo no detectada entre potreros, misma que posiblemente causó diferencias en la producción de forraje, así como variabilidad genética entre animales, que tuvo como reflejo la gran diferencia en las estimaciones de la capacidad de carga de las dos repeticiones comparadas en este estudio.

#### 5.2. Carga óptima mediante cargas fijas con repeticiones.

Al analizar los datos del experimento bajo el diseño completamente al azar, la varianza no presentó diferencia -- significativa entre tratamientos, en los factores ganancia/animal y ganancia/ha. Sin embargo, la carga de cuatro anima-

les/ha resultó ligeramente superior tanto en la ganancia/animal como en la ganancia/ha. Al analizar los datos del experimento bajo el diseño, el efecto en la ganancia/animal y /ha fué mejor que al hacerlo por el método propuesto por Riewe - (1961), ya que este último adoleció de eficiencia para determinar la carga animal óptima al contemplar una superficie pequeña, bajo número de animales así como la no utilización de repeticiones. El empleo de un diseño experimental para la --cuantificación de datos es más eficiente, puesto que debido a sus repeticiones se contempla mayor superficie, un número más grande de animales, que nos permiten minimizar las posibles fuentes de variación como son: diversidad genética entre animales, plagas del pasto, heterogeneidad del suelo y -diferencias de potreros entre otros, lo cual nos ayuda a reducir el error experimental.

## 6.- CONCLUSIONES .

De los resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye que:

El método propuesto por Riewe para determinar la capacidad de carga de las praderas adoleció de una estimación exacta, por carecer de: repeticiones, una superficie mayor de la unidad experimental y un número más grande de animales sin embargo, se observó que mediante éste, el costo para experimentar se reduce considerablemente.

En base a lo observado en los resultados de este estudio, se infiere que con uso de un diseño experimental en el cual se contemplen repeticiones es mejor en la determinación de la carga óptima en una superficie dada, sin embargo, si se desea utilizar el método propuesto por Riewe se sugiere incrementar la superficie del experimento y el número de animales, para disminuir el error experimental.

## 7.- RESUMEN.

El presente estudio se realizó en la Sierra de Tabasco, en un suelo aluvial bajo un clima tropical lluvioso Af (m)w" (i)g, con una duración experimental de 12 meses (junio de 1977 a junio de 1978). Sobre una pradera de pasto Estrella Africana (Cynodon plectostachyus), fertilizada con 200 Kg. /ha /año. Con el objetivo de evaluar los métodos experimentales, el modelo propuesto por Riewe y el diseño completamente al azar, para determinar la capacidad de carga en praderas. La superficie total utilizada en el experimento fué de 3.133 has, la cual se dividió en 6 potreros de diferentes medidas, dos de 6,666 m<sup>2</sup>, dos de 5,000 m<sup>2</sup> y dos de 4,000 m<sup>2</sup>, en cada potrero se colocaron dos animales, cebú comercial, utilizando un total de 12 animales semejantes en edad y peso, éstos fueron vacunados y desparasitados de acuerdo al calendario empleado por ganaderos de la zona, se pesaban cada 28 días previa dieta de agua y pasto durante 16 hrs. Los tratamientos consistieron en las cargas de tres, cuatro y cinco animales/ha, utilizando dos repeticiones, usando el método de cargas fijas y pastoreo contínuo. Los resultados se analizaron por el método propuesto por Riewe y bajo el diseño completamente al azar. Comparando la eficiencia del primero. Al analizar el método propuesto por Riewe las repeticiones fueron consideradas como experimentos por separado, ya que no usa repeticiones para determinar la ganancia/animal se utili

zó una ecuación de regresión lineal  $y = a - bx$ , en la cual se observó en general una tendencia lineal negativa por el incremento de carga, para determinar la ganancia/ha se empleó una ecuación de tipo no lineal; cuadrático, y que se ajusta a una línea curva  $y = ax - bx^2$ , en ésta se observó que al aumentar la carga animal/ha la ganancia aumentó hasta un punto en el cuál empezó a disminuir drásticamente. Los resultados obtenidos con el uso de este método en las dos repeticiones mostraron gran diferencia entre ambos al lograrse una carga óptima teórica de 5 y 61 animales/ha respectivamente. Al analizarse los datos obtenidos bajo un diseño completamente al azar con dos repeticiones, la varianza para la ganancia de peso vivo/animal/ha y/año no mostraron diferencia significativa entre tratamientos. Sin embargo, la carga de cuatro animales/ha fué ligeramente superior. De los resultados obtenidos en este estudio, se sugiere que para posteriores trabajos se utilice un diseño experimental con repeticiones. Sin embargo en el caso que se desee trabajar con el método propuesto por Riewe se recomienda el utilizar una mayor superficie para poder emplear un número de animales más grande y disminuir el error experimental.

## 8.- LITERATURA CITADA.

- Campbell, A. G. 1978. Barreras para una mayor dotación de ganado inproceedings de producción de leche de la -- Universidad de Masey. Ed. Hemisferio Sur. Montevideo Uruguay: pág. 100-109.
- Cowlsham, S.J. 1969. The carrying capacity of pastures. J.- Brit Grassl Soc. 24:207-214.
- Conway, A. 1970. Grazing management for beet production J. - Brit Grassl 25: 85-91.
- Cotecoca, 1968. Comisión Técnico Consultiva para la determinación regional de los coeficientes de agostadero! Primer estudio provisional de la región Estado de Tabasco, Norte de Chiapas y Suroeste de Campeche - S.A.G. México: 1.16.
- De Alba, J. 1971. Alimentación del ganado en América Latina. 2a. Edición, Ed. La Prensa Médica Mexicana; México D.F. 194-198.
- Delgado, A. y Alfonso F. 1974. Efecto de los sistemas de pastoreo y la densidad de carga en la ceba de ganado de carne en pasto pangola. Rev. Cubana de Cienc. - Agríc. 8:133-139.

- García, E. 1973. Modificación al sistema de clasificación -- climática de Koppen. Instituto de Geografía. UNAM-2a. Edición México: pág.
- González, M.J.A. y Meléndez N.F. 1978. Efecto de la presión- de pastoreo sobre la producción en praderas tropi- cales. Boletín del CSAT-SARH H. Cárdenas, Tabasco- México: 35 pp.
- Harrington, G.N. and Pratchett, D. 1974. Sto. Stoking rate - trials in ankole Uganda. 1. Weight gain of ankole at intermediate and heavy stoking rates under di- fferent managements. J. Agric. Sci. Camb. 82,:497-506.
- Horton G.M.J. and W. Holmes 1974. The effect of nitrogen, -- stoking rate and grazing method on the output of - pasture grazed by beef cattle. J. Brit. Grassld Soc. 29-93.
- Humphreys, L.R. 1976. Grazing systems on tropical pastures. Producción de forraje. Men del Int. Agric. Trpo. - FIRA. Acapulco, México, pág. 215-220.
- Jones, R.J. and Sandland, R.L. 1974. The relación between -- animal gain and stoking rate. Derivation of the re- lation from the results of grazing trials. J. Agric. Sci. Camb. 83: 335-342.



- Jones, R.J. 1975. The influence of stocking rate on animal -- production from pastures. Management of improved - tropical pastures. Aust. Inst. Agric. Sci. Queensland Australia. pág 92-103.
- Mc. Meekan. 1973. De pasto a leche. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. pág 196-119.
- Moreno, G.H. 1976. Producción de carne en pasto alemán (Echinochloa polystachya) fertilizado bajo diferente carga animal en trópico húmedo. Tesis M.C. CSAT-SAG. H. Cárdenas, Tab., México. pág, 59-93.;
- Morley, F.H.W. 1974. Manejo planta-animal y producción animal. Pastoreo controlado. En utilización intensiva de pasturas. Compilador James B.J.F. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. pág. 87-96.
- Mott, G.O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. Proc 8th. Int. Grassl. Cong. 606-611.
- Osorio, A.M. 1974. Estudio preliminar para el mejoramiento genético del ganado bovino en el Estado de Tabasco, CSA T-SAG. Cárdenas, Tab., México. pág. 2.
- Paladines, O. 1972. a. Métodos para los estudios sobre la -- utilización de las praderas (mimeografiado). CIAT-Cali Colombia. 63 p.

- Paladines, O. 1972 b. Principios de manejo de praderas (mitomeografiado), CIAT, Cali Colombia. 43 p.
- Pérez, G.J.J. 1979. Efecto de la carga animal en la producción del pasto Estrella Africana (Cynodon plectos tachyus Sehum) fertilizado bajo condiciones de la Sierra de Tabasco. Tests M.C. CSAT. Cárdenas, - Tabasco, México. pág. 43-48.
- Pérez P.J., Meléndez N.F. González M.A. y Cabrera, H. 1976a. Efecto de la carga animal en la producción de carne con pasto alemán (Echinochloa polystachya), en Teapa, Tabasco. Informe de actividades académicas 1975-1976 y avances de investigación. CSAT.- H. Cárdenas, Tab. pág. 90-92.
- Pérez P.J., Meléndez, N.F. y González, M.A. 1976b. Determinación de la carga animal en la producción de carne en el pasto para (Brachiaria mutica) en Chontalpa, Tabasco, México. pág. 92-93.
- Petersen, G.R. y H.L. Lucas 1971. Métodos de cómputo para la evaluación de pasturas por medio de la respuesta animal. Universidad de Carolina U.S.A.T. D. - Universidad Nacional Agraria. Vol. 7 Lima Perú - 20p.

- Riewe, M.R. 1961. Use of the relationship of stoking rate - to gain of cattle in an experimental design for -- grazing trials. *Arón. J.* 53: 309-313.
- Riewe, M.E. 1966. An experimental design for grazing trials- using the relationship of stoking rate to animal grain. *proc. 9th. Int. Grassl. Congr. Brasil*: pág- 1507-1520.
- Robinson, G.G. and Simpson J.H. 1975. The effect of stoking - rate on animal production from continuous and rota- tional grazing systems. *J. Brit. Grassl. Soc.* 50: 327.
- Semple, T.A. 1974. Avances en pasturas cultivadas y natura-- les. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina, Pág. 200-217.
- Stobbs, T.H. 1969. The effect of grazing management upon pas- ture productivity in Uganda 1. Stoking rate. *Trop. Agric. Trin.* 46 (3): 187-194.
- Stobbs, T.H. 1970. The use of line weight-gain trials for -- pasture evaluation in the tropics. 6. a fixed sto- king rate design. *J. Brit. Grassl. Soc.* 25: 73-77.
- Vicente- Chandler, V.J., Rivera L.V., Caro-Costas, R., Rodrí- guez, P.J. Boneta E. and García, W. 1953. The mana

gement and utilization of the forage crops of ---  
Puerto Rico. Univ. of P.R. Agric. Ext. Sta. Bull,  
116;

Vicente-Chandler, V.J., Caro-Costas, R. Pearson, R.W., Abru-  
ña, F. Figarella, J. y Silva, S. 1967. El manejo  
intensivo de forrajas tropicales en Puerto Rico,  
Univ. de P.R. Ext. Exp. Agric. Bol. 202: 108-110.

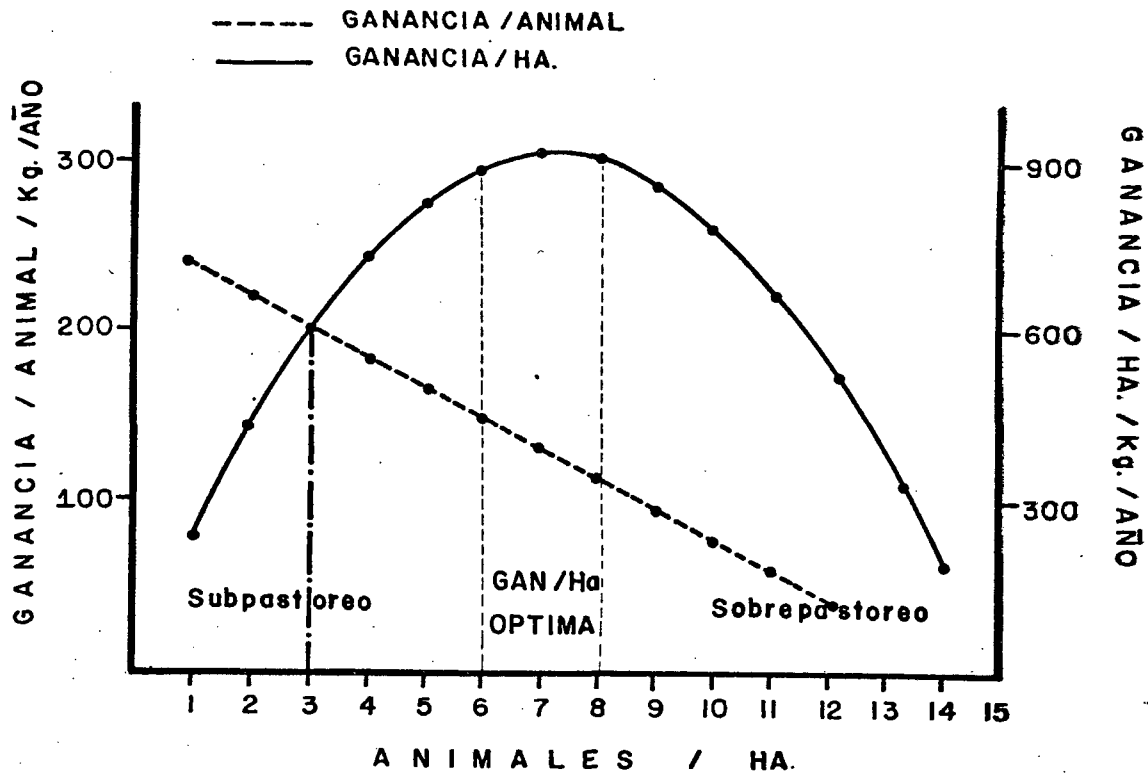


FIG. 3 GANANCIA PROMEDIO DE PESO VIVO/ANIMAL Y /HA EN PASTO ESTRELLA

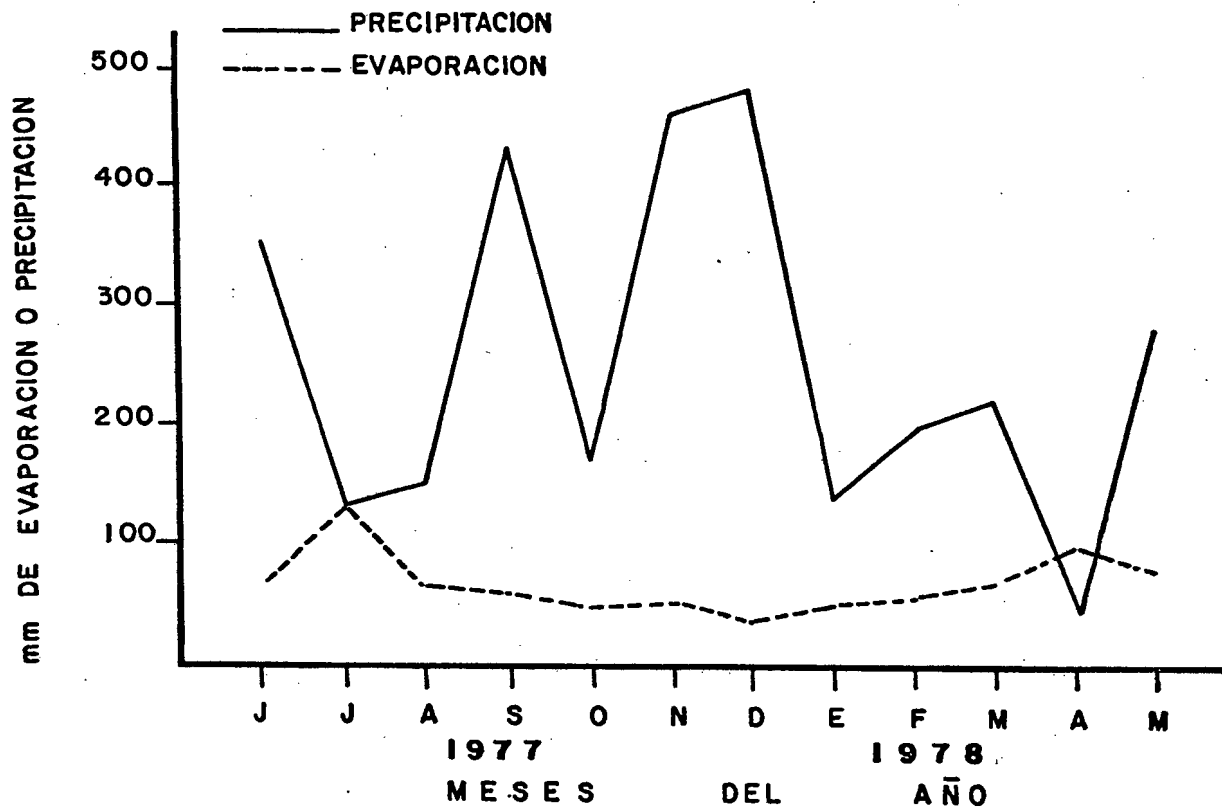


FIG.2 ASPECTOS CLIMATICOS DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL (1977-1978) EN EL EJIDO GEIBITA, MPIO. DE TACOTALPA, TABASCO (Fuente: División Hidrométrica, S. A. R. H.)

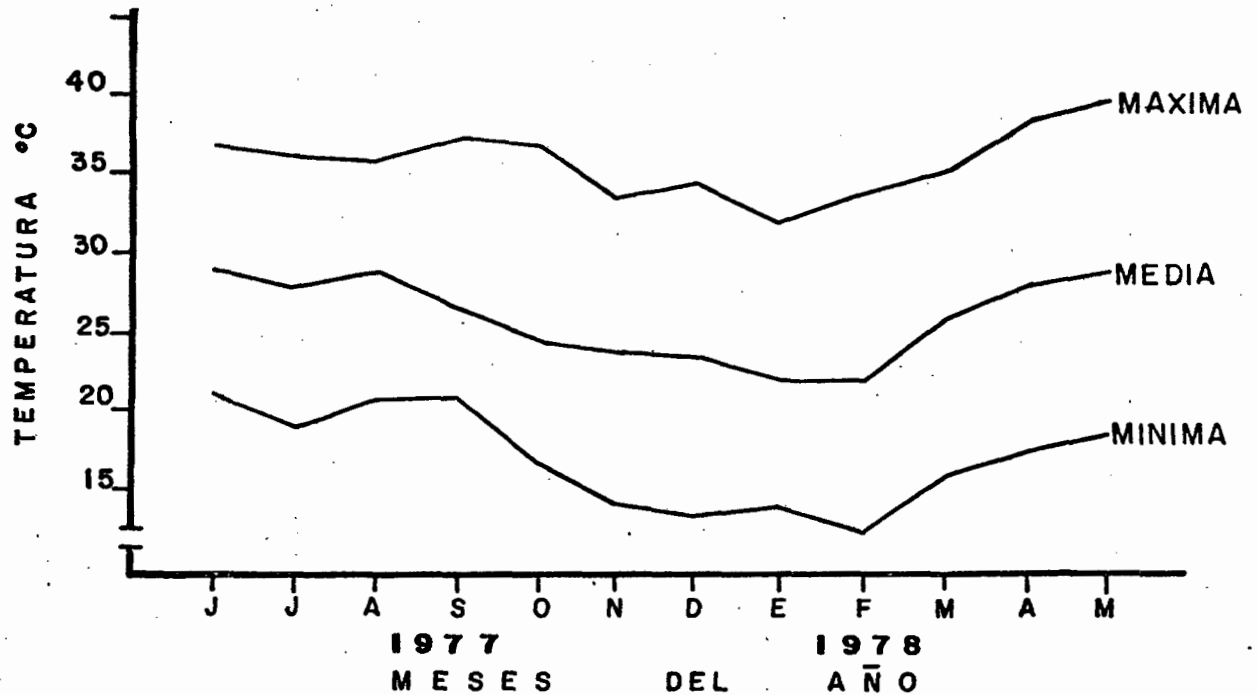


FIG.1 TEMPERATURA DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL (1977) (1978) EN EL EJIDO CEIBITA, MPIO. DE TACOTALPA, TABASCO (Fuente: División Hidrométrica S. A. R. H.)