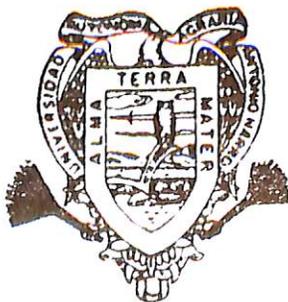


FUNCION DE DESCARGA DE DIFERENTES
ARQUITECTURAS FITOCENOSICAS
POR EL HERBIVORO

SERGIO ANTONIO TUEXI VILLARREAL

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN MANEJO DE PASTIZALES



Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS
Buenavista, Saltillo, Coah.
MAYO DE 1997

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



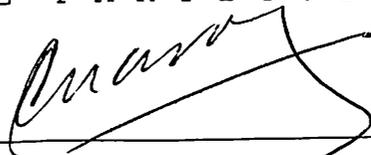
BIBLIOTECA

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular
de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar
el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS
EN MANEJO DE PASTIZALES

C O M I T E P A R T I C U L A R

Asesor principal:


Ing. M.C. Roberto Nava Coronel

Asesor

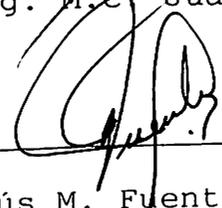
:


Ing. M.C. Luis Pérez Romero

Asesor

:


Ing. M.C. Juan José López González


Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez

Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Mayo 1997

DEDICATORIA

A la memoria de mi padre:

Marín C. Tuexi Maydón

y

A mi madre Ma. Concepción Villarreal Flores

Quienes supieron inculcarme el amor a Dios y el deseo de
Superación.

A mis queridos Hermanos de quienes he recibido siempre
muestras de ánimo.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento al Comité de Asesoría integrado por el Ing.M.C. Roberto Nava Coronel; Ing.M.C. Luis Pérez Romero y Ing. M.C. Juan José López González por su apoyo y críticas objetivas al escrito de este trabajo.

De igual manera, al Dr. Angel Martínez Garza Profesor Investigador del Colegio de Postgraduados, por sus sugerencias en el análisis estadístico.

Aprecio la ayuda por sus ideas y por su interés en la superación profesional de un servidor al Dr. Juan Gastó C.

A la Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria, por brindarme la oportunidad de elaborar este trabajo durante el período de Septiembre-Enero 1996.

Un agradecimiento especial al Ing. Eduardo Gómez de la Fuente y Lic. Fermín Aguillón Reyes por su ayuda desinteresada en los procesos de computación.

Y el que da Semilla al que Siembra
Y pan al que come, proveerá y multiplicará
Vuestros Sementera y aumentará los frutos
De vuestra justicia.

Para que estéis enriquecidos en todo para
Toda liberalidad, la cual produce por
Medio de nosotros acción de Gracias a Dios

(II Corintios 10.11)

COMPENDIO

Función de Descarga de Diferentes Arquitecturas
Fitocenósicas por el herbívoro

por

SERGIO ANTONIO TUEXI VILLARREAL

MAESTRIA EN CIENCIAS
EN MANEJO DE PASTIZALES

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MAYO , 1997

M.C. Roberto Nava Coronel.- Asesor

Palabras claves: Función de descarga, *Sporobolus airoides*,
Fluorensia cernua, *Atriplex canescens* y
Medicago sativa.

Se determinó una función matemática para representar las descargas ecosistémicas del *Sporobolus airoides*, *Fluorensia cernua*, *Atriplex canescens* y *Medicago sativa*. Para cuantificar la fitomasa ofrecida, se usaron técnicas compatibles a la forma de la planta. Los tiempos de muestreo fueron determinados de

acuerdo a las observaciones de consumo efectuadas por el herbívoro. Se utilizaron diferentes cargas animales para efectuar las descargas ecosistémicas y se expresaron en toneladas - hora por hectárea totales acumuladas. Las curvas obtenidas de las diferentes cargas ecosistémicas describen una función exponencial de la forma $Y = ae^{-bx}$; ajustando los datos obtenidos en el campo, se determinó una función general de descarga de la fitomasa por el herbívoro.

ABSTRACT

Function of Discharge of several Architectures
Fitocenosis for the herbivore

by

SERGIO ANTONIO TUEXI VILLARREAL

MASTER OF SCIENCE

RANGE MANAGEMENT

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MAY, 1997

M.C. Roberto Nava Coronel - Advisor

Key Words: Discharge function, *Sporobolus airoides*, *fluorensia cernua*, *Atriplex canescens*, *Medicago sativa*.

A mathematical function to represent ecosystemic discharge of *Sporobolus airoides*, *Fluorensia cernua*, *Atriplex canescens* y *Medicago sativa* for goat livestock was developed. In order to quantify the offered phytomass, compatible techniques were used to the plant form. The samples timing, were determined according to the observations of the phytomass intake by the herbivore. Several stocking densities were used to effect the ecosystemic discharge, expressed in ton-hora/ha accumulated totals. The obtained curves of the different ecosystemic discharges describe an exponential function of the form $Y = ae^{-bx}$. A herbivore

phytomass discharge general function was determined by adjusting field data.

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CUADROS	xii
INDICE DE FIGURAS	xiv
INTRODUCCION	1
Planteamiento del Problema	2
REVISION DE LITERATURA	4
Modelos Matemáticos	4
Descargas Ecosistémicas	9
Características de las Comunidades Bajo Estudio.	21
<i>Sporobolus airoides</i> Torr	21
<i>Fluorensia cernua</i> D.C.	24
<i>Atriplex canescens</i> (Purch) Nut	27
<i>Medicago sativa</i> L	30
Características del Ganado Caprino	32
MATERIALES Y METODOS	34
Descripción General del Campo Experimental	34
Clima	34
Suelos	31
Infiltración e hidrología	36
Vegetación	36
Descripción General del Area de Estudio	37
Descripción del Area de Estudio de <i>Sporobolus airoides</i>	
Torr.	38

Descripción del Area de Estudio de <i>Fluorensia</i> <i>cernua</i> D.C.	39
Descripción del Area de Estudio de <i>Atriplex</i> <i>canescens</i>	40
Descripción del área de estudio de <i>Medicago sativa</i> L.	41
RESULTADOS	43
<i>Sporobolus airoides</i> Torr.....	43
<i>Fluorensia cernua</i> D.C.....	50
<i>Atriplex canescens</i> (Purch) Nut.....	57
<i>Medicago sativa</i> L	63
DISCUSION.....	72
CONCLUSIONES	77
RESUMEN	79
LITERATURA CITADA.....	82

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
4.1	Fitomasa ofrecida en base a materia seca en el lote experimental de <i>Sporobolus airoides</i> (Zacate alcalino) durante los diferentes tiempos.	44
4.2	Tiempos de pastoreo en horas efectivas y totales no acumuladas y acumuladas del ganado caprino en el lote experimental de <i>Sporobolus airoides</i> (Zacate alcalino).	45
4.3	Zoomasa efectiva acumulada y total acumulada utilizada en los diferentes tiempos de muestreo en el área experimental de <i>Sporobolus airoides</i> (Zacate alcalino).	46
4.4	Consumo de materia seca de acuerdo a las diferencias de fitomasa entre los tiempos de muestreo del <i>Sporobolus airoides</i> . .	47
4.5	Fitomasa de materia seca de <i>Fluorensia cernua</i> (Hojasén) ofrecida durante los diferentes tiempos de muestreo transformadas en poblaciones y unidades de superficie.	50
4.6	Zoomasa, efectiva acumulada y total acumulada utilizada en los diferentes tiempos de muestreo en el lote experimental de <i>Fluorensia cernua</i> (Hojasén).	51
4.7	Tiempos de pastoreo en horas efectiva y total no acumulada y acumuladas del ganado caprino en el lote experimental de <i>Fluorensia cernua</i> (Hojasén).	52

4.8	Consumo de materia seca de <i>Fluorensia cernua</i> de acuerdo a las diferencias de fitomasa entre los tiempos de muestreo.	53
4.9.	Fitomasa de materia seca de <i>Atriplex canescens</i> (costilla de vaca) ofrecida en los diferentes tiempos de muestreo, transformada en poblaciones y unidades de superficie.	56
4.10	Zoomasa efectiva acumulada y total acumulada utilizada en los diferentes tiempos de muestreo en el lote experimental de <i>Atriplex canescens</i> (costilla de vaca).	57
4.11	Tiempos de pastoreo en horas efectivas y total no acumuladas y acumuladas del ganado caprino en el lote experimental de <i>Atriplex canescens</i> (costilla de vaca).	58
4.12	Consumo de materia seca de <i>Atriplex canenscens</i> de acuerdo a las diferencias de fitomasa entre los tiempos de muestreo.	59
4.13	Fitomasa de materia seca de <i>Medicago sativa</i> L. (alfalfa) ofrecida, transformadas en unidades de superficie de acuerdo a los diferentes tiempos de muestreo.	62
4.14	Zoomasa efectiva acumulada y total acumulada utilizada en los diferentes tiempos de muestreo en el lote experimental de <i>Medicago sativa</i> L. (alfalfa)	63
4.15	Tiempos de pastoreo en horas efectiva y totales no acumuladas y acumuladas del ganado caprino en el lote experimental de <i>Medicago sativa</i> L. ,	64

4.16	Consumo de materia seca de <i>Medicago sativa</i> L. de acuerdo a las diferencias de fitomasa entre los tiempos de muestreo.	65
5.1	Parámetros calculados para las curvas de descargas de la materia seca de los ecosistemas bajo estudio.	72

INDICE DE FIGURAS

Figura		página
4.1.	Descarga ecosistémica real y ajustada de <i>Sporobolus airoides</i> Torr. por el herbívoro utilizando la hoja para gráficos Excel 5.0	48
4.2	Curva ajustada por el procedimiento NLIN del sistema SAS del ecosistema <i>Sporobolus airoides</i> Torr	49
4.3.	Descarga ecosistémica real y ajustada de <i>Fluorensia cernua</i> D.C. (L.) por el herbívoro utilizando la hoja para gráficos Excel 5.0	54
4.4	Curva ajustada por el procedimiento NLIN del sistema SAS del ecosistema <i>Fluorensia cernua</i> D.C (L.)	55
4.5.	Descarga ecosistémica real y ajustada de <i>Atriplex canescens</i> (Pursh) Nut. por el herbívoro utilizando la hoja para gráficos Excel 5.0	60
4.6	Curva ajustada por el procedimiento NLIN del sistema SAS del ecosistema <i>Atriplex canescens</i> (Pursh) Nut	61
4.7	Descarga ecosistémica real y ajustada de <i>Medicago sativa</i> L. (alfalfa) por el herbívoro utilizando la hoja para gráficos Excel 5.0	66
4.8	Curva ajustada por el procedimiento NLIN del sistema SAS del ecosistema <i>Medicago sativa</i> (L.)	67

5.1	Parámetros considerados para la determinación de la ecuación general de descarga de la pradera por el herbívoro	70
-----	---	----

CAPITULO 1

INTRODUCCION

El mal manejo de los recursos naturales de las zonas áridas del norte de México ha traído como consecuencia alteraciones en el ecosistema, entre las cuales se puede citar la calidad y cantidad de la producción, una variación en la composición química bromatológica, sinecológica y la longevidad de la fitocenosis. Dentro de los procesos más decisivos de la utilización de alguna especie o tipo de especies se encuentra la cosecha. Este concepto corresponde a la descarga del ecosistema que realiza el hombre directamente o indirectamente a través de la zoocenosis (Gastó, 1978). La cosecha, debe de realizarse, en un determinado momento que es el óptimo para cada especie vegetal dependiendo del tejido u órgano a cosechar. También existe una intensidad de cosecha que se refiere principalmente a la cantidad extraída siendo importante en los ecosistemas pastoriles en donde la cosecha se hace con animales y por tanto, si no se toman las precauciones adecuadas de carga animal, intensidad de pastoreo, tipo de animal y otros, pudiéndose en consecuencia modificar el estado original del sistema por subutilización o por sobreutilización acarreado en ambos casos problemas de productividad y utilidades futuras (Nava et al., 1980).

Para poder lograr una mejor comprensión de la utilización del recurso natural a través del tiempo es necesario familiarizar y rigurizar el problema, lo cual se consigue a menudo a través del empleo de símbolos matemáticos y de ecuaciones.

Los símbolos matemáticos proporcionan una representación precisa y útil para describir las estructuras de sistemas ecológicos complejos. Por otra parte las ecuaciones proporcionan enunciados formales de como se interrelacionan los componentes del ecosistema al actuar recíprocamente entre si. Este proceso matemático consiste en traducir conceptos físicos y biológicos de cualquier sistema ecológico en un conjunto de relaciones matemáticas de naturaleza mas abstracta que la del fenómeno (Odum,1971).

Planteamiento del Problema

Los Recursos Naturales de las zonas áridas del Norte de México, representan una gran importancia, que de establecerles una buena utilización podemos obtener una acentuada eficiencia de canalización energética desde el ecosistema hacia el hombre.

El grado de utilización por la zoonosis, es uno de los principales aspectos que afectan la recuperación del

recurso natural en zonas áridas, a través principalmente de la intensidad y frecuencia de cosechas, relacionadas sin lugar a dudas a las condiciones climáticas. Por ello, es importante la determinación de funciones matemáticas que representen las descargas ecosistémicas para predecir el comportamiento de los fenómenos, la utilización, forraje remanente y la adecuación de la pradera para determinado tipo de animal en cada arquitectura fitocenósica.

El objetivo principal del presente trabajo fue el determinar una función matemática, que permita predecir la tasa de descarga de un ecosistema pratero por el herbívoro.

CAPITULO 2

REVISION DE LITERATURA

Modelos Matemáticos

El concepto de modelo es una réplica de algo. Así por ejemplo, un aeroplano, una maqueta o una muñeca son modelos. Estos son modelos físicos, existen modelos abstractos, como sería describir el sistema solar con bolas de diferentes tamaños.

Los modelos más importantes en la ciencia son los modelos matemáticos los cuales son modelos abstractos que emplean símbolos para representar conceptos.

Uno de los trabajos importantes de la ciencia es construir modelos matemáticos o simplemente modelos abstractos. Los grandes avances científicos se ha dado en aquellos campos de la ciencia donde se ha introducido un nuevo modelo útil. Así tenemos: El modelo de la relatividad de Einsten en la Física; en la Biología, el modelo verbal de la evolución de Darwin y el modelo de la herencia (Méndez, 1980). La representación de un ecosistema por medio de un conjunto de ecuaciones diferenciales, que consisten en sumas de términos

representativos de interacciones lineares, se puede someter a muchas críticas; pero tiene ciertas cualidades. Cuando se trata de tener idea de los cambios en entornos muy limitados, aquella aproximación puede ser válida.

La aplicación de métodos de cálculos modernos no ha sido del punto de vista tradicional. Cualquier mejora de este punto de vista ha de venir probablemente del desarrollo e introducción de nuevos conceptos relativos a principios de organización.

La vida tiene propiedades extensivas (biomasa) y propiedades intensivas (tasa de renovación de la biomasa). La vida consiste en procesos de síntesis y descomposición, cuya tasa varía entre unas y otras estructuras de un mismo organismo, y también, de manera global o en promedio, entre unas y otras especies de un ecosistema. Este ciclo material va unido a un ciclo de degradación de energía y la luz es la forma apropiada para ingresar energía en el ecosistema (Margalef, 1989).

En la naturaleza hay diversos modelos de sistemas físicos y biológicos, que al ser descargados, manifiestan un comportamiento similar (Krebs, 1977). En esos sistemas se consideran como ejemplo de procesos de descarga la degradación del mantillo en un bosque, el perfil de intensidad lumi-

nosa, una reacción química de primer orden, la reducción de las cohortes de las poblaciones de salmón del Atlántico, la desaparición de los productos de la digestión desde el rumen, la descarga de un condensador con una resistencia y la cosecha de fitoplacton por el zooplancton.

Estos procesos de los diversos sistemas representan un mismo fenómeno, gobernado por un mismo principio (González, 1977) y descrito por una ecuación exponencial cuyo exponente tiene valor negativo. Inductivamente se puede suponer que la cosecha de la pradera se ajusta a la misma ecuación general (Gastó y Olivares, 1981).

La degradación del mantillo, por acción de los microorganismos de un bosque, generado por la caída de hojas, ramas y otros restos vegetales, es un fenómeno que se ajusta a la siguiente ecuación (Olson, 1963; Clark y Paul, 1970).

$$X/X_0 = e^{-kt}$$

X_0 = Cantidad inicial del mantillo.

X = Cantidad del mantillo residual al tiempo t .

k = Coeficiente de descomposición.

La reducción de la cohorte en las poblaciones de salmón del Atlántico se ajusta a la siguiente ecuación (Gee et al., 1978).

$$N_t = N_0 e^{-zt}$$

N_t = Número de ejemplares presentes al tiempo t .

N_0 = Número de ejemplares presentes al tiempo inicial t_0

z = Coeficiente exponencial de desaparición o tasa neta de pérdida.

La descarga de un condensador con una resistencia se ajusta a la siguiente ecuación (Kalashnikov, 1959).

$$U = E e^{-t/rc}$$

U = El valor instantáneo de la tensión de un condensador.

c = Capacidad de un condensador.

t = La resistencia.

E = Tensión del condensador al iniciar la descarga.

La extinción de la luz en una comunidad vegetal (Monsi y Saeki 1953) observaron que la intensidad luminosa que recibe una cubierta vegetal se reduce a medida que el rayo de luz penetra en el dosel de follaje, de acuerdo con la siguiente ecuación que describe la ley de Bouger (Reifsnyder y Lull, 1965).

$$I/I_0 = e^{-kI}$$

k = Coeficiente de extinción de la luz, que es constante en cada caso.

I_0 = Intensidad luminosa a una altura X .

f = Índice de área foliar, acumulado desde la parte mas alta del dosel del follaje hasta la altura X que se considera.

La desaparición de los productos desde el rumen el cual sigue la siguiente ecuación (Laredo y Minson, 1975).

$$X = e^{-kt}$$

En donde: X = Fracción del producto al tiempo t .

k = Coeficiente de desaparición del producto, el cual puede ser parte de una planta o algún elemento nutritivo.

Los modelos matemáticos, siendo puramente simbólicos, deberán de ser probados para que puedan considerarse útiles. (Méndez, 1980).

En China, se han determinado modelos matemáticos para predecir variables en agricultura tales como: Modelo para optimizar los sistemas agrícolas; modelo aplicado a la producción de soya; prácticas agronómicas en cebada y maíz; en trigo; cebada; manzana; cultivo y producción de trigo; cacahuate; y el secado de cacahuate. (Li y Chen, 1990; Yao - Shaomian y Zu - Xingtao, 1991; Zhu - Baiting et al. 1992; Zhang - Jitao et al., 1991; Cai - Renxiang y Xu - Shaoying, 1992; Wei - Qinpíng y Shu - Huairuvi, 1990; Liu - Jinyu y Yuan - Fengshan, 19-

90; Wu - Linggi y Li - Donglin,1989; Li y Yang,1992).

En Rusia, Shlyachkova, (1990); Zagnitko, (1990); Botoroev, (1990); Smirnov, (1990); Khabatov et al. (1990), desarrollaron modelos matemáticos aplicables a la agricultura a decir: un modelo para calcular los régimen en el uso de pasturas; cruza entre líneas de maíz; parámetros de cosecha y transporte de todos los cereales; parámetros de operaciones básicas para la cosecha; optimización de la maquinaria agrícola, respectivamente.

En Alemania, Welp et al. (1991); Wimmer, (1991) y Schmidt, (1991), determinaron modelos matemáticos para evaluar la acción microbilógica del suelo, así como para examinar la relación entre la estructura y propiedad del suelo respectivamente.

Descargas Ecosistémicas

En el ecosistema, la arquitectura puede ser considerada como una unidad susceptible de almacenar y entregar materia, energía e información; por lo tanto el ecosistema debe caracterizarse por manifestar una capacidad de almacenamiento, una eficiencia de conservación de la carga, un costo de almacenamiento y una tasa de carga y descarga (Armijo et al. ,1976; Olson, 1963).

El cambio de estado del ecosistema, es un proceso continuo y cíclico que consta fundamentalmente de dos etapas; una de carga y otra de descarga. La etapa de carga, consta de dos partes separadas por un punto de inflección de la curva, en el sector correspondiente a $t_1 - t_0 = t_1$. La acumulación de carga, se debe al proceso de transformación de los componentes topológicos, pudiéndose denominar, como la etapa de construcción del arreglo topológico (n). La segunda etapa del período de carga corresponde al proceso del crecimiento del sistema, en el cual, el cambio de carga (q), se origina principalmente en un incremento de n (t). El período de descarga d consta a su vez de dos partes t3 y t4. La primera parte corresponde a la cosecha de n lo cual al igual que en el caso anterior, viene acompañada de un cambio en el arreglo topológico.

La segunda parte de este período consiste en la desarticulación de los componentes topológicos (n) concluyendo en la etapa final donde q alcanza su mínimo (Nava et al., 1979).

La descarga de un ecosistema en general no ocurre espontáneamente, pues existen mecanismos cibernéticos que operan evitando el proceso. La complejidad de estos mecanismos es muy variable, y en algunos casos se logra mantener almacenada la energía acumulada, por períodos de años o si-

glos. En este caso, para descargar, es necesario aplicar algún trabajo cuantitativamente igual a la diferencia entre la carga Q_0 y el nivel de la barrera Q . Normalmente la transición de un nivel de carga a otro se efectúa en cierto tiempo t . Luego de alcanzarse el nivel Q el proceso de descarga entrega una carga equivalente a $Q - Q_0$, el cual incluye la energía de activación; sin embargo la energía de activación normalmente se descarga en forma degradada (Olivares y Gastó, 1979).

Las plantas, tienen la capacidad de soportar un pastoreo relativamente intensivo, aunque si no se tiene cuidado y este se prolonga por varios años consecutivos, las plantas se debilitan y generalmente terminan por morir. En pastizales cuando el pastoreo es muy intensivo, las plantas pueden ser afectadas en diferentes grados, ya que cuando son utilizadas a más del 60 por ciento de su producción la corriente del crecimiento debilita a la planta, ya que no existe suficiente área foliar que le permita sintetizar nutrientes necesarios para su alimentación, por lo que generalmente las plantas mueren (Gay et al., 1970). Los arbustos producen mayor tejido de sostén y menor cantidad de hojas, estando menos expuestas al sobre uso; en cambio las gramíneas utilizan los recursos, para producir tejido tierno, y están más expuestas a la utilización (Candia, et al., 1976).

La forma de planta, se ajusta a una función que describe la relación del incremento de tejido de sostén en relación al foliar y de frutos de acuerdo a :

$$y = A (1 - e^{-bx})$$

en donde:

- b = Pendiente de la curva.
 A = Valor de la asíntota, cuando la fitomasa acumulada de hojas o frutos alcanza su máximo
 x = Fitomasa de tallos acumulada desde la periferia

Basándose en esta función, es posible planear un modelo general de descarga de la arquitectura de las plantas, en donde se integre la forma y la intensidad de descarga, generando una pendiente de descarga de la arquitectura y otra función de asíntota de arquitectura (Gastó y Olivares, 1979; Díaz, 1983).

El modelo general de descarga de la fitomasa por el herbívoro, corresponde a la ecuación:

$$Q = \{ Q_0 - C \} e^{-kv} + C$$

En donde:

Q = cantidad de carga presente expresada en kg/ha de materia seca.

Q₀ = valor de la carga máxima al instante de iniciar la descarga.

C = carga remanente que no puede ser cosechada por el animal.

k = Tasa intrínseca de descarga.

v = Intensidad de pastoreo expresada en ton-hr/ha.

Dado un sistema y un tiempo determinado, se considera Q_0 , C y k constante (Gastó, 1982; Gastó et al., 1981).

La relación entre la materia seca disponible y consumida de *Atriplex canescens*, *Bouteloua karwinskii*, *Parthenium incanum*, *Florenxia cernua*, *Setaria macrostachya*, *Sporobolus airoides*, *Buchloe dactyloides*, con una carga animal de 286,266,200 cabras por hectárea respectivamente, muestran una relación curvilínea, observándose que el consumo de materia seca decrece paulatinamente al transcurrir el tiempo. Encontrándose también que la materia seca consumida fue regulada por su disponibilidad, observándose en las cabras una mayor preferencia por los arbustos en relación a las gramíneas (Moyeda et al., 1979).

La razón de pérdida de todas las reservas, pueden ser expresadas convenientemente por un parámetro k, el cual es igual, a la fracción de cantidad almacenada que se pierde por unidad de tiempo, sin implicar aun si estas fracciones son aproximadamente constantes o no. La siguiente ecuación $k = l/x_{ss}$ [k= cantidad perdida por unidad de tiempo, l= utilidad

constante, x_{ss} = nivel de estado constante], representa un método para estimar las pérdidas de cantidades de cosecha y materiales del suelo. El consumo de basura muestra una curva con tendencia exponencial negativa, asumiendo pérdidas de peso proporcionales a la cantidad remanente en cualquier tiempo. La curva es de la forma $x = [1/k] [1 - e^{-kt}]$ (Olson, 1963).

El método más sencillo de medición de la producción primaria es el de la cosecha. Se puede calcular el peso de material vegetal producido en una unidad de tiempo a partir de la diferencia entre los pesos presentes en dos momentos dados (Krebs, 1985).

La cosecha en un complejo fitocenosis, corresponde a uno de los procesos más decisivos de la utilización de alguna especie o de algún tipo de especies. Este concepto corresponde a la descarga del ecosistema que realiza el hombre directamente, como recolección de frutos, flores, tallos o a través de la zoocenosis.

El proceso de cosecha de la biocenosis, además de incluir el retiro de una fracción de la productividad acumulada en los periodos de la carga tiene un efecto secundario muy importante sobre el tejido y sistema productor especialmente cuando lo cosechado es tejido fotosintetizador, de

sostén o radical (Gastó, 1978) . Este efecto puede ser beneficioso o perjudicial por los cambios posteriores del estado del ecosistema por ejemplo: afectando la composición botánica, calidad de la producción, necesidades de fertilización y muchos otros (Blaser, 1966; Olivares y Riveros, 1978).

La cosecha debe de realizarse en un determinado momento, que es el óptimo para cada cultivo, dependiendo del tejido u órgano a cosechar, así también existe una intensidad de cosecha que se refiere principalmente a la cantidad extraída y es muy importante en ecosistemas pastoriles en donde la cosecha se hace con animales y por tanto, si no se toman en cuenta las precauciones adecuadas de carga animal, duración de talajeo, tipo de animal y otras, se puede modificar el estado original del sistema por subutilización o por sobreutilización acarreando en ambos casos problemas de productividad y utilización futura (Nava et al., 1980).

La cosecha de forraje por el ganado que utiliza una pradera, es solo un caso de descarga ecosistémica (Cañas y Gastó, 1974; Rozas, 1978). El conocimiento previo de las tasas de cosecha de forraje por el ganado y de su costo ecológico de cosecha permite predecir el cambio del peso del animal, lo cual posibilita el cálculo de la productividad secundaria de la pradera.

Olivares y Gastó (1979), analizaron la cosecha de la pradera mediterránea del centro de Chile en su estado maduro y proponen una ecuación general de descarga. Posteriormente se analizó la cosecha de esta misma pradera a través de toda la estación de crecimiento. En cada etapa del desarrollo fenológico se analizó la descarga de la pradera y se determinó una ecuación general de descarga y otra de flujo, aplicables a la cosecha de la pradera por herbívoros.

La producción en el sentido amplio del término, vale decir como una estimación de acumulación ecosistémica; es un proceso dinámico en que intervienen simultáneamente un fenómeno de carga ecosistémica y otro de descarga, pudiendo la acumulación tomar valores mayores o menores que cero, dependiendo de los valores que en determinado momento presente la descarga y la carga.

Teóricamente, la capacidad sustentadora (k) de un ecosistema debe de ser constante, y la presencia de más de una estrata determinaría una relación rectilínea inversa entre la estrata dominante y la dominada, de tal manera que la suma de ambas debe siempre corresponder al valor de k .

sin embargo un ajuste más real podría ser la relación curvilínea en que k no corresponde a una recta horizontal, sino más bien como lo determinó Gastó y Olivares (1979), Ba-

sile y Jensen (1971), correspondería a una curva, que tendría un máximo central como un primer sector ascendente determinado por una baja producción, dada la existencia de nichos vacíos y deficiencia en la utilización de los ciclos bioquímicos. Esta curva llegaría a un máximo después del cual comenzaría a descender formando una región de baja producción total (k), por un alto costo metabólico de mantención de la estrata dominante. A su vez, las rectas de producción de la estrata dominante y dominada, dejarían de ser tales, haciéndose también relaciones curvilíneas.

Mc Clymont (1969), indica que entre los factores más importantes que influyen sobre el valor nutritivo de una pradera para animales herbívoros, se puede nombrar el estado de crecimiento de las plantas, proporción de hojas y tallos, fertilidad del suelo, humedad y especies principalmente; sin embargo, en el consumo, los factores más relevantes son la madurez, palatabilidad, contenido de agua, densidad y estructura de la pradera y estado animal. Vale decir, los factores que determinan la utilización están directamente relacionados con la mayor o menor facilidad de concentración energética que pueda efectuar un cosechador, lo que finalmente determinará diferentes eficiencias entre los diferentes grupos tróficos. Defosse y Bertiller (1991), evaluaron la utilidad relativa de cuatro métodos aplicados en la tasa de productividad primaria en *Festuca pallescens* considerando la mayor

producción y los residuos durante dos años en forma bimestral. El primer método consideró el incremento de la biomasa entre cosechas; el segundo, la suma total de la fitomasa entre cosechas; el tercero, suma total de la fitomasa entre cosechas, aplicándole un factor de corrección y la cuarta, un modelo matemático con ecuaciones simultáneas utilizando los valores de la fitomasa de acuerdo a la información obtenida en el campo, concluyendo con esto la utilidad de los modelos matemáticos para evaluar la productividad primaria tanto en el *Festuca pallescens* como otros pastos con características similares.

Hyer et al. (1991), desarrollaron un modelo matemático para predecir el consumo de forraje por efectos de una suplementación energética. La dinámica de la fermentación del rumen de las ovejas se tomó como modelo, ajustando el consumo para proporcionar una cantidad dada de materia seca. La ecuación diferencial describe los cambios que sufren los nutrientes en el rumen. Ajustó el modelo para bovinos de carne. Para evaluar el modelo se utilizó la información obtenida de 42 puntos del rye grass, pastura de trigo y pastos.

Duris et al. (1990), presentaron un modelo matemático para facilitar la cosecha óptima de grano en varios cultivos. El modelo, basado en la estadística de Weibull's, considera tres variaciones básicas. Madurez simultánea de todos

los cultivares, considerando intervalos de tiempo entre su madurez y una madurez gradual de granos en varios campos; el número y tipo de cosechadoras disponibles en la granja pueden ser incorporados al modelo para calcular su óptima utilización y el tiempo de cosecha.

Chen y Wang (1988), determinaron un modelo matemático para efectuar un control óptimo sobre la productividad potencial del rye grass bajo condiciones de pastoreo. Se consideraron tres densidades de pastoreo a decir: densidad cero, en el primer tiempo, la densidad más alta en el segundo tiempo y una densidad de pastoreo constante o variable en el tercer tiempo, dependiendo de las condiciones ambientales.

Su (1989), desarrolló un modelo matemático, para medir la acumulación de basura en el bosque. Este modelo describe el proceso de acumulación de basura incluyendo la cantidad y velocidad en un año. Los parámetros se pueden calcular fácilmente con exactitud satisfactorias. Este modelo es similar a la ecuación de la forma logistic.

Santos et al. (1992), determinaron un modelo matemático para predecir la producción de tomate bajo diferentes condiciones ambientales y prácticas de manejo a decir: $Y_p = Y_m \sum_{i,j} P_{ij} (1.0 - Y_{Rij})$ en donde Y_p = Producción estimada; Y_m = Máxima producción; Y_{Rij} = residuo atribuido al factor i

en el estado j . Factores ambientales y de manejo de ocho plantas fueron incluidos en el modelo. Este modelo fue probado usando información de cuatro experimentos de campo con un total de 35 combinaciones de plantas, factores de medio ambiente y manejo.

Vilar (1989) determinó un modelo matemático para representar la erosión del suelo por efecto de la lluvia, basándose en una ecuación continua y en los conceptos de Foster y Meller. Este modelo, determina la cantidad de pérdida del suelo y las variaciones topográficas después del evento de lluvias.

Muthuswamy et al. (1990) desarrollaron un modelo matemático para predecir los cambios de estado del nitrógeno en el suelo por fertilizaciones continuas entre cosechas. El modelo fue aplicado en información obtenida del aprovechamiento del nitrógeno de cuatro prácticas de fertilización (NPK) en maíz.

Bareu (1990), determinó un modelo matemático para la cosecha y transporte de papas. Sobre la base de este modelo, se derivaron funciones específicas para determinar los requerimientos de labor de cosecha, transporte y tratamiento postcosecha. Esta función refleja la relación entre los requerimientos de labor y 10 factores controlables relacionados a la

cosecha y condiciones de trabajo de la papa.

Características de las Comunidades Bajo Estudio.

Sporobolus airoides Torr

De acuerdo con Cuevas (1975) y Valdés (1977), las categorías a las que pertenece el género *Sporobolus* son:

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Subdivisión	Pteropsida
Clase	Angiosperma
Subclase	Monocotiledonea
Orden	Graminales
Familia	Gramineae
Subfamilia	Eragrostoideae
Tribu	Eragrosteae
Género	Sporobolus
Especie	airoides Torr

Hughes et al. (1975) consideran que las especies pertenecientes a este género son gramíneas invasoras que pueden crecer bajo condiciones desfavorables y que su presencia en los pastizales, suele ser una indicación de sobrepastoreo,

sequía o condiciones de suelo desfavorables. Sin embargo, Hernández y Martínez (1957) sugieren que no debe desperdiciarse el valor de las especies, que al estar capacitadas para invadir lugares despoblados de vegetación, cubren los suelos denudados por erosión, sobrepastoreo o por la actividad humana; así pues al referirse a las especies importantes de México, menciona que por lo general, estas tienen un aprovechamiento regular por el ganado siendo mayor cuando las plantas inician o reanudan su desarrollo y cuando no hay forraje disponible. Además las especies perennes tienen una gran resistencia al pastoreo y tienen la propiedad de henificarse siendo este heno aprovechable por el ganado. Así mismo Cuevas (1975) reporta al *Sporobolus airoides* y al *Sporobolus pulvinatus*, como las especies más abundantes de México y señala que su importancia radica en ser altamente resistentes a la sequía, constituyendo en las zonas ganaderas de los estados de la mesa del norte la principal población de las praderas naturales.

En estudios realizados sobre *Sporobolus airoides* por González (1977), en el Rancho Experimental La Campana en el Estado de Chihuahua, se reporta que los niveles de reservas de carbohidratos en la raíz y corona, son más altos antes de que la planta inicie el letargo y disminuye durante éste al iniciarse el rebrote, cuando las hojas verdes son suficientes, la planta empieza almacenar de nuevo reservas, las cua-

les disminuyen un poco al empezar la floración y madurez pero vuelven aumentar antes del nuevo período de latencia, además se encontró que los cortes al ras del suelo, al igual de los que se hacen poco antes del período de latencia, reducen las reservas hasta niveles críticos y los cortes durante el crecimiento avanzado, son las que menos los redujeron.

Sporobolus airoides (zacatón, zacate alcalino, sabana), está considerado dentro de matorral halófito, caracterizado por encontrarse en regiones áridas y semiáridas donde la precipitación pluvial es baja 200 - 400 mm. Y en donde no existe otra alternativa de transformación, debido a la acumulación de elementos minerales que han influido en la degradación.

Se ha encontrado que vegeta en forma silvestre en Baja California, Chihuahua, Durango, Hidalgo, Oaxaca, Puebla, Coahuila, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Zacatecas, Tamaulipas y Chiapas, constituyendo en los Estados de la mesa del Norte la principal población de las praderas naturales en las zonas ganaderas más importantes de la República Mexicana.

Este zacate, vegeta en todo tipo de terreno, pero principalmente en suelos salinos, son altamente resistentes a la sequía, son nativos perennes y con macollos ideales para el pastoreo, se resiembran naturalmente y su follaje se torna

áspero cuando la planta madura.

Las especies crecen bajo grandes rangos de precipitación, dependiendo además de la topografía y el suelo, así mismo, se menciona que el zacate alcalino puede ser mas valioso de lo que generalmente se ha pensado, debido a que se puede utilizar como zacate de doble propósito, protegiendo al suelo por su cobertura y proporcionando abundante forraje.

Por otra parte, se reconoce al zacate alcalino como una especie relativamente no preferida por el ganado, que es pastoreada en primavera y principios de verano, solamente cuando el forraje es joven y jugoso. Sin embargo, estudios realizados en Río Puerco y Nuevo México, demuestran que el ganado en condiciones bajas de pastoreo obtienen peso durante el invierno, aun cuando el pasto permanece en estado maduro (Nava et al., 1980).

Fluorensia cernua D.C.

Dentro de los aspectos autoecológicos tenemos según Dillon (1976).

Reino	Metophyto
Subreino	Supermatophyto
Clase	Angiospermas

Subclase	Dicotyledoneas
Orden	Companulatae
Familia	Asteraceae
Subfamilia	Tubuliflorae
Tribu	Heliantheae
Género	Flourensia
Especie	cernua D.C.

Se le conoce comúnmente de varias formas, ya que se encuentra tanto en Estados Unidos de Norteamérica como en México. Los nombres que recibe en los Estados Norteamericanos son: *tarbush*, *hojase*, *american-tarbush*, *black-brush*, *varnishbrush* y *hojasén* (Benson y Darrow, 1981). En México se le conoce como *hojasén*, *arbusto de alquitrán* (Correl y Johnston, 1970) y *escovilla negra* (Arredondo, 1981).

Es un arbusto muy ramificado, de uno a dos metros de altura, follaje denso, glabro, glutinoso, aromático con olor a brea; hojas alternadas, elípticas de 17 a 25 mm de longitud de 6.5 a 22.5 mm de ancho, agudo en ambos extremos del limbo, verde oscuro, peciolo de 1 a 2.5 mm de longitud; cabezuelas casi sésiles en conjuntos foliáceos en las ramillas, inclinados aproximadamente de un centímetro de largo y grueso; involucreo campanulado; brácteas de este en tres series, fuertemente diferenciadas, lineales, herbáceas, glutinosas, las puntas a menudo extendidas; involucreo ligeramente convexo,

pajoso en todo el disco, las pajitas casi tan largas como las flores y abrazándolas parcialmente; indicio de flores liguladas ausentes; flores de disco perfectas, fértiles, las corolas amarillo pálido y de cinco dientes; aquenios lateralmente comprimidos y con dos bordes no alados ni muy planos (Correl y Johnston, 1970).

Es un arbusto forrajero del matorral desértico micrófilo, el cual asociado con *Larrea tridentata* (gobernadora) ocupa una superficie aproximada de 10 millones de hectáreas en México (González, 1979). Es frecuente encontrarla en suelos con gran cantidad de carbonatos de calcio y suelos arenosos (Blake, 1913; Buffington y Herbel, 1965). En los Estados Unidos esta planta se distribuye desde el sureste de Arizona, Nuevo México hasta el sur de Texas (Vines, 1960; Correl y Johnston, 1970; Scifres, 1980). En México se localiza en la región del desierto Chihuahuense incluyendo los estados de Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Zacatecas, Durango e Hidalgo (Quintanar, 1961).

Se ha estimado que el 86 por ciento de esta comunidad vegetal sostiene ganado en pastoreo continuo durante todo el año (CFAN-CID, 1965) encontrándose generalmente con una altitud de 400 y 2000 m. Se ha reportado el consumo por caprinos de esta planta en cantidades que van del 3 al 4 por ciento de la dieta, el consumo fue esporádico ya que durante tres años

de evaluación solo se presentó en un año en el periodo de otoño e invierno (Vásquez 1981; Ruiz, 1981).

Warren et al. (1984) evaluaron la composición de las dietas de tres razas de ovinos y dos de caprinos en varios tipos de vegetación en el tipo dominado por hojásén y gobernadora solo los ovinos de la raza barbados consumieron hojásén durante el invierno y en menos del uno por ciento de su dieta.

El clima en que se desarrolla este tipo de vegetación es el árido (Bs) y el muy árido (Bw), con una temperatura media anual de 14 a 28° C. y con la presencia de 8 a 11 meses de sequía (COTECOCA, 1968).

Atriplex canescens (Purch) Nut

De acuerdo con Vines (1960) las categorías a las que pertenece el *Atriplex canescens* son:

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Subdivisión	Pteropsidae
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotyledoneae
Orden	Chenopodiales
Familia	Chenopodiaceae

Género	Atriplex
Especie	canescens (Purch) Nut

Es uno de los arbustos mas ampliamente distribuidos en el oeste y suroeste de Canadá y Estados Unidos desde Dakota del Sur, Texas, Nuevo México, California, Utah y Wyoming. A veces forma comunidades puras, aunque generalmente crece sola en pequeños grupos dispersos entre otros grupos, hierbas y gramíneas. Se le encuentra en los llanos, laderas de cerros, valles intermontanos, valles desérticos de pastos y asociaciones de *artemisia* y tipos ecológicos de *Pinus-juniperus*. En México se encuentra en Baja California, Chihuahua, Sonora, Zacatecas, Coahuila, Tamaulipas, Nuevo León, San Luis Potosí y Durango.

Esta especie es resistente a la sequía y se desarrolla en suelos de textura arenosa o areno-arcillosa, incluso con concentraciones salinas o alcalinas moderadas a altas. También se le encuentra en dunas arenosas, mesas y bordos (Forest Service, 1937). Es una quenopodiacea arbustiva erecta, perenne, siempre verde, de color cenizo o grisáceo. Sus raíces son profundas y su ramaje abundante. Se ramifica desde la base en forma variable. La raíz de una planta madura es también ramificada llegando alcanzar profundidades de 5 a 15 metros, lo cual indica que tiene posibilidades de aprovechar el agua que se encuentra en esas profundidades. El tallo se

ramifica en forma variable desde la superficie del suelo y su corteza es escamosa. Las hojas son siempre verdes y numerosas, alternas, sésiles o poco pecioladas, algo racimosas, lineales, elípticas, espatuladas, el ápice es usualmente obtuso, con base angosta y borde entero de 5 cm de longitud y de menos de 2 cm de ancho con una nervadura gruesa y con la superficie del haz y del envés cubierta de una costra gris.

Las flores masculinas y femeninas nacen en espiga separada y en diferentes plantas. El fruto es abultado, unilocular con cuatro brácteas, las que aparecen en los meses de agosto y septiembre.

Las plantas resisten un ramoneo intensivo, aunque si este se prolonga por varios años, se debilitan y llegan a morir. Como las semillas son también muy apetecidas por el ganado, la reproducción del chamizo es baja cuando hay un pastoreo intensivo durante el verano (Vines, 1960).

La importancia antrópica es muy grande, porque produce tejido foliar con un contenido protéico elevado comportándose de diferentes manera que las gramíneas principalmente en su relación homeostática con las precipitaciones (Nava et al., 1980). Su sabor, productividad, adaptabilidad y aceptación por el ganado en pastoreo es mejor durante el verano y otoño (Le Houerou, 1971).

El contenido de proteína cruda de las hojas es de 15 por ciento mientras que el de las hojas con las puntas de los tallos contienen aproximadamente 11 por ciento (Watkins, 1943).

La costilla de vaca, es una planta que conserva durante todo el año su valor forrajero, no habiendo un efecto marcado de la estación sobre sus atributos nutricionales (Chatterton et al., 1971; Watkins, 1943; Eyal et al., 1975).

El alto contenido de sal y oxalatos en las hojas es probablemente la causa principal de la palatabilidad del género *Atriplex canescens*. Esta concentración varía estacionalmente y en el verano no excede de 30 a 50 gramos por día (Benjamín et al., 1959).

Medicago sativa L.

Se clasifica según Robles (1975) de la siguiente manera:

Reino	Vegetal
División	Espermatophyta
Subdivisión	Angiosperma
Clase	Dicotiledonea
Orden	Rosales
Suborden	Rosineae

Familia	Leguminosa
Subfamilia	Papiloneaceae
Género	Medicago
Especie	sativa L.

Es una planta perenne, herbácea, su promedio de vida varía de cinco a seis años dependiendo de la variedad, clima, agua y suelo, el sistema radicular es pivotante pudiendo alcanzar en algunas ocasiones hasta siete y nueve metros de profundidad . Sus tallos son herbáceos, delgados, erectos o rastreros de longitud y espesor variable muy ramificados de 60 a 90 cm de altura; las flores son hermafroditas; el fruto es una legumbre (vaina) , cada vaina lleva varias semillas en forma arriñonada (Robles, 1975).

El cultivo de la Alfalfa, está ampliamente distribuido en todo el mundo, demostrando con esto que es un vegetal de gran versatilidad por su adaptabilidad, tanto a diferentes tipos de suelos como a distintas condiciones climáticas (Pozo, 1971). La Alfalfa, es llamada algunas veces " la Reyna de las plantas forrajeras", produce el doble de proteínas digestibles que el trébol, es muy rica en minerales y contiene diez vitaminas diferentes; es una importante fuente de vitamina A.

Constituye un pasto excelente para los cerdos y a pesar del riesgo de la meteorización, se usa cada vez más

para el pastoreo de los rumiantes (Hughes et al., 1976).

Características del Ganado Caprino

La población caprina del mundo, la cual asciende a más de 375 millones de cabezas se ha incrementado en más de un 30 por ciento en los últimos veinte años debido principalmente a que los agostaderos tan deteriorados que existen en la actualidad, están constituidos por plantas forrajeras más apetecibles para las cabras que para cualquier otro tipo de ganado, las cabras producen leche, carne y piel a bajos niveles de manejo e inversión y las cabras tienen atributos que favorecen su utilización sobre otro tipo de ganado (Huss, 1971). El ganado caprino es abundante en los pastizales semidesérticos de México, encontrándose principalmente en lugares montañosos, pedregosos, con dominancia de arbustivas (Hernández y Martínez, 1957). Este animal es de gran importancia en la economía y alimentación de las familias que habitan las zonas áridas y semiáridas por su producción de leche, carne y subproductos. La cabra puede disponer en su dieta de una amplia gama de plantas, utilizando preferentemente arbustivas y herbáceas (Carrera, 1971), siendo el consumo de gramíneas muy variable dependiendo de la disponibilidad y abundancia de las especies arbustivas (Knight, 1965). Mc Mahan (1964) observó la conducta de pastoreo de las cabras en pastizales que habían sido previamente pastoreados con intensidades pesadas,

moderadas y ligeras así como en terrenos que no habían sido pastoreados, encontrando que los arbustos constituyan mas del 50 por ciento de la dieta de las cabras sin importar la disponibilidad de forraje y la intensidad de pastoreo utilizada previamente.

CAPITULO 3

MATERIALES Y METODOS

Descripción General del Campo Experimental

El presente estudio se desarrolló en el Campo Experimental "Noria de Guadalupe" , Zacatecas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, el cual se encuentra localizado en el Ejido Noria de Guadalupe, en el Municipio Concepción del Oro del Estado de Zacatecas, geográficamente se encuentra en $101^{\circ} 22'$ longitud oeste del meridiano Greenwich, y una latitud norte de $24^{\circ} 21'$; teniendo como medidas 528 m de ancho por 3.058 m de largo; la altura sobre el nivel del mar varía de 1780-1850 m a través de la ladera de la bajada; este campo experimental forma parte de la cuenca conocida como Valle de San Tiburcio (Nava, 1978).

Clima

La clasificación que le corresponde según el sistema modificado de kooplen es el BSOhw (e) considerado como un clima seco con un coeficiente de p/t de 22.9.

h= Semiárido con invierno fresco, temperatura media anual entre 18°C y 22°C .

w"= Presenta dos temporadas de lluvia, divididas por una temporada seca, presentando una lluvia invernal de 5.0 por ciento y 10.2 por ciento del total anual.

(e) Extremoso, oscilación anual de las temperaturas medias mensuales de 7°C Y 14°C. (Cetenal, 1970).

Según Gutiérrez (1979), de acuerdo a los datos registrados en un período de cinco años, menciona que las temperaturas varían de acuerdo con las estaciones del año, de esta forma tenemos que en el verano las temperaturas alcanzaran valores máximos entre 25 y 35 °C y valores mínimos entre 8 y 15°C. Siendo la temperatura media de 17.8° C. En el invierno, los valores máximos se encuentran entre 10 y 15°C. Los mínimos de 0 a 5°C. Mas sin embargo se pueden presentar temperaturas extremas de -10°C , siendo la temperatura media de 8.-6°C.

Suelos

Los suelos sobresalientes del Valle de San Tiburcio corresponden a las características generales de las zonas áridas y semiáridas, esto es, en la parte de la bajada son de tipo zonal, de suelos pedocálcicos llamados shierozen; suelos de origen poligénico aluvial; presentan una textura media con bajo contenido de materia orgánica, con capas de caliche a profundidades mayores de 45 cm teniendo una reacción moderada

o ligeramente alcalina. El uso actual del suelo es generalmente pastoreo continuo por caprinos, equinos, bovinos y ovinos, así como también, se realizan labores agrícolas en la parte mas baja de la ladera (Nava, 1978).

Infiltración e hidrología

La infiltración básica es de 6.2 Cm/hora en un tiempo de 140 minutos. No existen corrientes superficiales, recibiendo escurrimiento de la sierra cercana, así como de los lugares ubicados en la cuenca cerrada en el Valles de San Tiburcio (Navarro, 1975).

Vegetación

De acuerdo con González (1975), corresponde a comunidades del matorral desértico micrófilo. Las especies predominantes son ; *Larrea tridentata*, *Flourensia cernua* , *Lycium sp* y *Prosopis glandulosa*.

En la parte baja de la ladera y parte alta y media de la bajada, se presentan como principales acompañantes *Agave lechuguilla*, *Parthenium incanum*, *Yucca filifera*, *Yuca carnosana* y *Parthenium argentatum*.

En la parte baja de la bajada y bolsón predominan *Atriplex canescens*, *Condalia mexicana*, *Koeberlinia espinosa*, *Lycium spp*, *Sporobolus wrightii* y *Muhlenbergia villosa*.

En los lugares bien definidos del matorral desértico o el mezquital, el estrato herbáceo está constituido por las siguientes gramíneas: *Bouteloua karwinskii*, *Buchloe dactyloides* *Aristida, spp* *Buchloe dactyloides*, *Aristida adscencionis*, *Stipa eminens*, *Erioneuron pulchellum*, *Setaria macrostachya*, *Scleropogon brevifolius* y distintas especies del género *Muhlenbergia* (Candia, et al., 1976).

Descripción General del Area de Estudio

El tamaño de la parcela y la carga animal, se determinó pensando en establecer la relación existente entre el tiempo de permanencia de la zoomasa y la fitomasa remanente, utilizando así la pradera en un período breve, logrando determinar la fitomasa remanente cuando la función de descarga se hace asintótica.

Para cuantificar la materia seca ofrecida en cada uno de los tiempos de muestreo, los cuales fueron determinados de acuerdo a las observaciones de consumo, se emplearon técnicas compatibles a la forma de la planta y las muestras se secaron en el horno a 65° C durante 48 horas, posteriormente fueron

trasformadas en unidades de superficie.

Para efectuar las descargas ecosistémicas se utilizaron cabras criollas, las cuales estuvieron en ayuno la noche anterior a cada experimento. Durante el tiempo que duró el experimento, las cabras recibieron agua ad libitum, así mismo se pesaron al inicio y al final; y eran llevadas a pasar la noche, en los corrales destinados para ello.

Para conocer la zoomasa utilizada en cada uno de los tiempos acumulados de muestreo se calculó, multiplicando el peso total inicial por la unidad de superficie por el tiempo de pastoreo/mil (Range Team Glossary Committee, 1974). El consumo fue determinado entre la diferencia existente de lo ofrecido menos lo rechazado.

Descripción del Area de Estudio de *Sporobolus airoides* Torr.

Este se realizó en una área de 450 m² (15m x 30m) localizado adjunto al Campo Experimental "Noria de Guadalupe" el cual fue circulado para facilitar el estudio. Tuvo una duración de 10 días comprendidos del 18 al 28 de julio de 1981.

La disponibilidad de la materia seca se determinó previamente a la utilización por el ganado caprino utilizando

el método del cuadrante de un metro cuadrado de área arrojándolo para la toma de muestras por cinco veces consecutivas al azar por cada uno de los tiempos determinados en función del grado de utilización observado a decir t_0 , t_1 , t_2 , t_3 , t_4 y t_5 . Dando una superficie de 5 m^2 por tiempo y un total de 30 m^2 la superficie total muestreada. La fitomasa fue cosechada al nivel del suelo embolsándose para su secado en el horno a 65°C durante 48 h. Para efectuar la descarga ecosistémica se utilizaron 20 cabras criollas con un peso promedio de 44.15 kg.

Descripción del Area de Estudio de *Flourensia cernua* D.C.

Para la realización de este estudio, se seleccionó una área de 270 m^2 ($15\text{m} \times 18\text{m}$), ubicada en la parte baja del Campo Experimental "Noria de Guadalupe" la cual se dejó libre de plantas indeseables, encontrándose una densidad de 280 plantas. Tuvo una duración de siete días comprendidos del 7 de Agosto al 4 de Septiembre de 1981.

Por tratarse de un arbusto cuya forma corresponde aproximadamente a una semiesfera se eligió una metodología compatible a su forma para la determinación de la fitomasa ofrecida en función de la intensidad de utilización. Para lo cual fueron escogidas 40 plantas las cuales se marcaron en grupos de 10 plantas por tiempo para un total de cuatro a

decir: t_0 , t_1 , t_2 , t_3 .

Las plantas fueron arrancadas al nivel del suelo por cada uno de los tiempos correspondientes. Para determinar la cantidad de materia seca ofrecida, los valores calculados por las 10 plantas se transformaron en poblaciones, multiplicándose este peso por el número total de plantas en el lote, y estas a su vez en unidades de superficie, restándose a cada tiempo las 10 plantas que sirvieron de muestra en forma acumulativa. Para efectuar la descarga ecosistémica se utilizó una densidad animal de 19 cabras criollas con un peso promedio de 43.15 kg.

Descripción del Area de Estudio de *Atriplex canescens*.

El ecosistema de *Atriplex canescens* que se utilizó para la realización de este ensayo experimental, se localizó en la parte baja del Campo Experimental "Noria de Guadalupe". Para tal fin se circuló una área total de 450 m² (15m x 30m), la cual se dejó libre de malezas indeseables, con la finalidad de dejar solo esta especie de *Atriplex canescens* bajo estudio; se encontró una densidad de 128 plantas. La duración del periodo experimental fue de siete días comprendidos del 20 al 26 de Septiembre de 1981.

La metodología empleada para evaluar la fitomasa ofrecida en función de la intensidad de utilización, fue compatible a su forma, la cual corresponde a una semiesfera formada por un tronco central que se ramifica radialmente desde su base en todas direcciones, escogiéndose 20 plantas al azar de las cuales se identificaron cinco plantas por tiempo a decir to, t1, t2 y t3.

Las plantas fueron extraídas del área experimental en su tiempo correspondiente . Para determinar la fitomasa ofrecida en cada tiempo, los valores calculados por grupo de plantas se transformaron en poblaciones, multiplicando el peso de las plantas muestreadas por el numero total de plantas (123) en los 450 m² y posteriormente convertidas en unidades de superficie, restándole las cinco plantas que fueron extraídas en los tiempos subsecuentes al to, con la finalidad de obtener valores mas aproximados a la realidad. Para efectuar la descarga ecosistémica se utilizó una densidad animal de 10 cabras, con un peso promedio de 43.5 kg.

Descripción del área de estudio de *Medicago sativa* L.

Este ensayo se llevó a cabo, en una región aledaña al Norte de la Ciudad de Saltillo Coahuila, debido principalmente de que ahí se encontró el ecosistema de *Medicago sativa* favorable a nuestros planes, con una duración de cuatro días

comprendidos en el período del 11 al 14 de diciembre de 1981.

El área experimental fue de 24 m² (6m x 4m) la cual se circuló con tela borregera para facilitar el estudio. La disponibilidad de la materia seca se calculó previamente a la utilización por el ganado en cada uno de los tiempos a decir to, t1, t2, t3 y t4. Los muestreos se hicieron utilizando un cuadrante de 0.25 m² de área, el cual fue tirado al azar por cuatro veces consecutivas, superficie en la cual se cosechó la fitomasa a nivel del suelo. Para la realización de la descarga ecosistémica se utilizó una densidad animal de nueve cabras criollas con un peso promedio de 40.5 kg.

CAPITULO 4

RESULTADOS

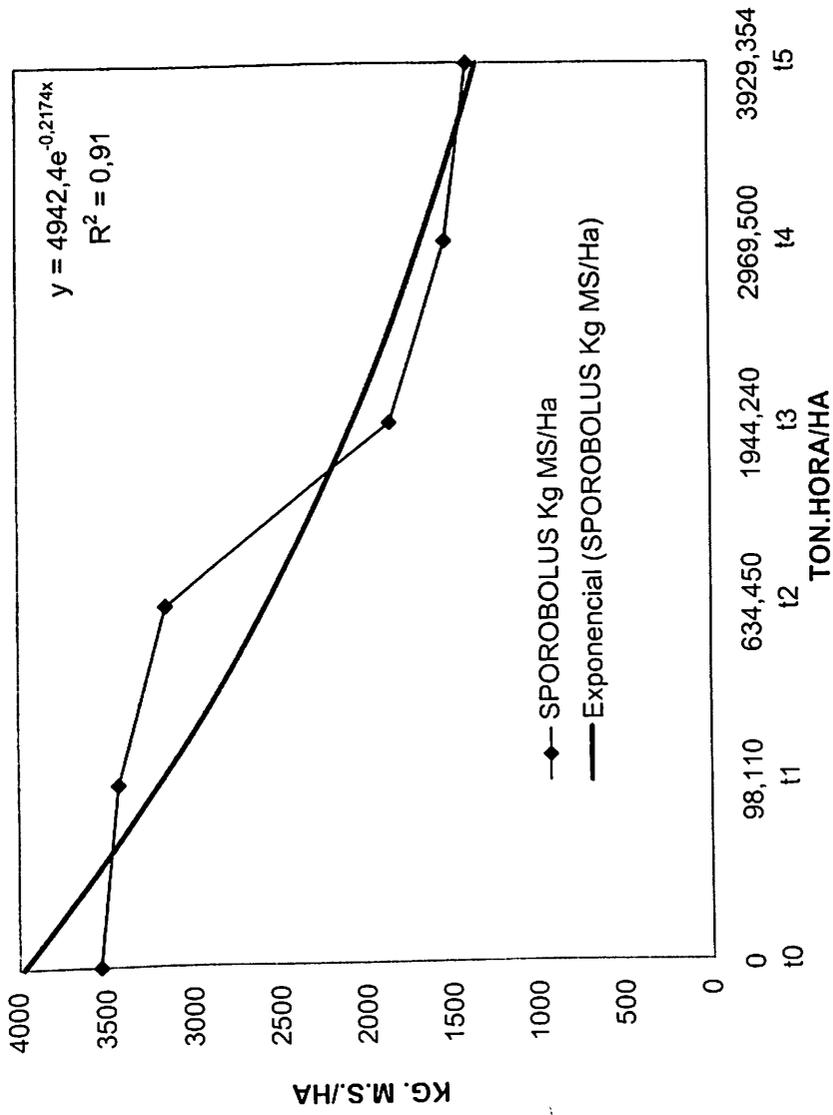
Sporobolus airoides Torr.

Los resultados de las mediciones de descarga total de *Sporobolus airoides* Torr indican que la descarga de la fitomasa por caprinos se ajusta a una función exponencial (Figura 4.1) correspondiéndole la ecuación $Y = 4942.4 e^{-0.2174x}$. Partiendo de una disponibilidad inicial de 3537.00 Kg/MS/ha (Cuadro 4.1), con una intensidad de cosecha equivalente a 98.11 ton-hora/ha (Cuadro 4.3), en un tiempo de 5 horas totales acumuladas de pastoreo (Cuadro 4.2). La fitomasa total ofrecida se reduce a 3432.7 Kg/MS/ha determinándose un consumo del orden de 104.3 Kg/MS/ha (Cuadro 4.4).

La descarga de la fitomasa en pie continua ajustándose a una función exponencial y tiende a hacerse asintótica con un valor de 1396.40 Kg/MS/ha (Cuadro 4.1).

Las tasas de cambio de las descargas son variadas dependiendo del tiempo de apacentamiento de los caprinos (Figura 4.2).

La descarga de la fitomasa por el herbívoro corresponde a la ecuación $Q = (3537 - 1396.40) e^{-0.66068127 \cdot 98.11} + 1396.4$, datos sustituidos en la ecuación general de descarga:



Figuro 4.1 Descarga ecosistémica real y ajustada del Sporobolus airoides Torr.por el herbívoro utilizando la hoja para gráficos excel 5.0

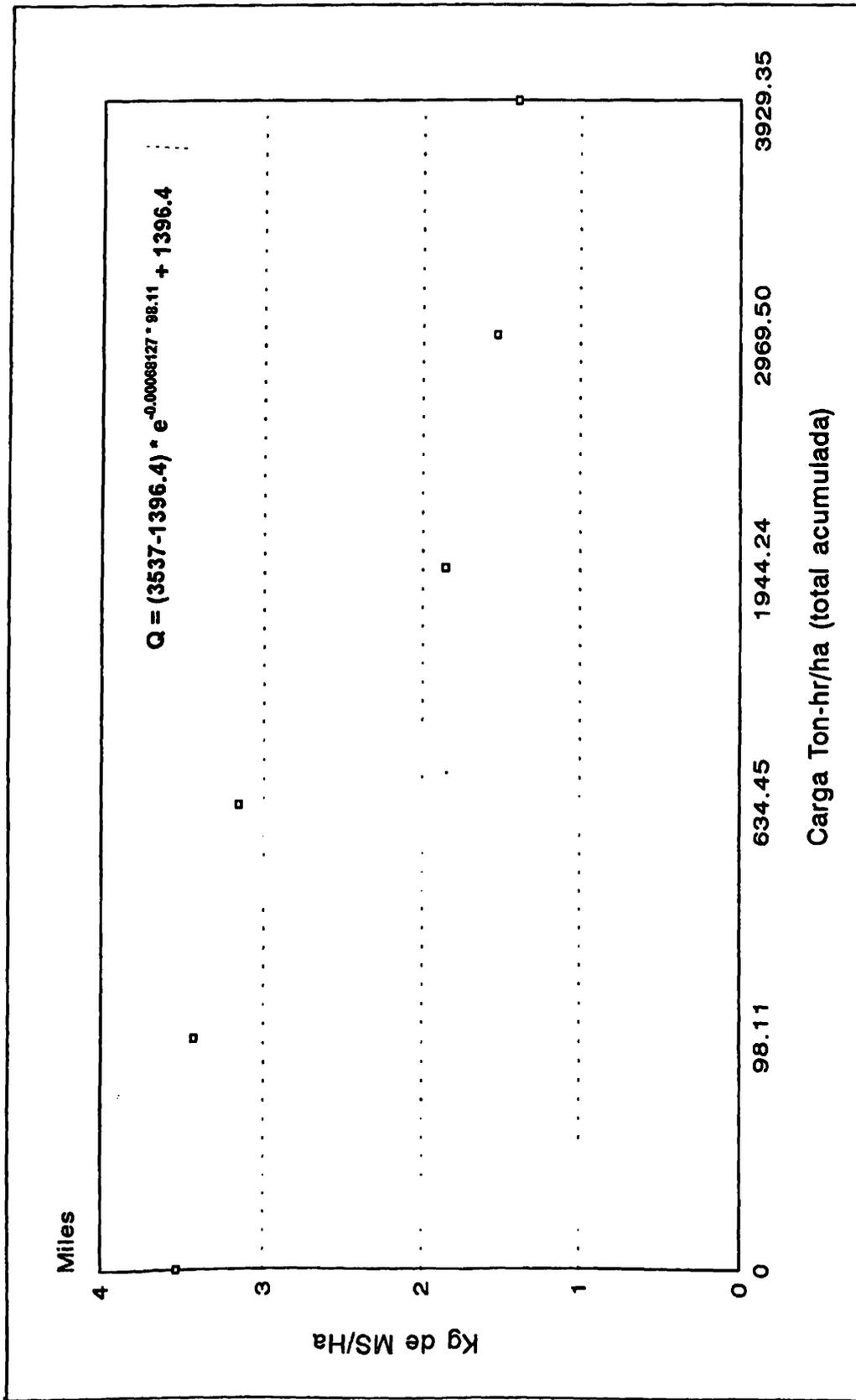


Figura 4.2 Curva ajustada por el procedimiento NLIN del sistema SAS del ecosistema *Sporobolus airoides* Torr

CUADRO 4.1 Fitomasa ofrecida en base a materia seca en el lote experimental de *Sporobolus airoides* (Zacate alcalino) durante los diferentes tiempos.

Materia seca en kg / ha		
Tiempo	kg/450m ²	kg/ha
t0	159.1650	3537.00
t1	154.4715	3432.70
t2	142.1172	3158.16
t3	83.5000	1855.55
t4	68.7285	1527.30
t5	62.8320	1396.40

CUADRO 4.2 Tiempos de pastoreo en horas efectivas y totales no acumuladas y acumuladas del ganado caprino en el lote experimental de *Sporobolus airoides* (Zacate alcalino).

Tiempo	Tiempo de pastoreo				Total
	No acumulada	Efectivo	Acumulada	No acumulada	
t0	00:00	00:00	00:00	00:00	0:00
t1	05:00	05:00	05:00	05:00	05:00
t2	12:00	12:00	17:00	27:20	32:20
t3	25:35	25:35	42:35	66:45	99:05
t4	23:00	23:00	65:35	52:15	151:20
t5	21:00	21:00	86:35	48:55	200:15

CUADRO 4.3 Zoomasa efectiva acumulada y total acumulada utilizada en los diferentes tiempos de muestreo en el área experimental de *Sporobolus airoides* (Zacate alcalino).

Carga animal toneladas.hora/ha		
Tiempo	Efectivo acumulada	Total acumulada
t1	98.11	98.11
t2	333.58	634.45
t3	835.58	1944.24
t4	1256.89	2969.50
t5	1698.96	3929.35

CUADRO 4.4 Consumo de materia seca de acuerdo a las diferencias de fitomasa entre los tiempos de muestreo del *Sporobolus airoides*.

Materia seca en kg/ ha		
Tiempo	Kg / 450 M ²	Kg/ha
To - T1	4.693	104.30
T1 - T2	12.354	274.54
T2 - T3	58.617	1302.61
T3 - T4	14.771	328.25
T4 - T5	5.896	130.90

$$Q = (Q_0 - C) e^{-kv} + C$$

de donde:

Q = Cantidad de carga presente expresada en kilogramos de materia seca.

C = Carga remanente que no puede ser cosechada por el animal.

k = Tasa intrínseca de descarga.

v = Intensidad de pastoreo expresada en ton-hora/ha

Fluorensia cernua D.C.

Los resultados de las mediciones de descarga total de *Fluorensia cernua* DC indican que la descarga de la fitomasa por caprinos se ajusta a una función exponencial (Figura 4.3) correspondiéndole la ecuación $Y = 10099 e^{-0.319x}$. Partiendo de una disponibilidad inicial de 7865.510 kg/MS/ha (Cuadro 4.5) con una intensidad de cosecha equivalente a 2221.330 ton-hora/ha (Cuadro 4.6). En un tiempo de 73.20 horas totales acumuladas de pastoreo (Cuadro 4.7) la fitomasa total ofrecida se reduce a 5090.40 kg de MS/ha determinándose un consumo del orden de 2775.11 kg MS/ha (Cuadro 4.8).

La descarga de la fitomasa en pie continúa ajustándose a una función exponencial y tiende hacerse asintótica con un valor de 3117.785 kg de MS/ha.

Las tasas de cambio de la descarga son variadas dependiendo del tiempo de apacentamiento de los caprinos (Figura 4.4). La descarga de la fitomasa por el herbívoro corres

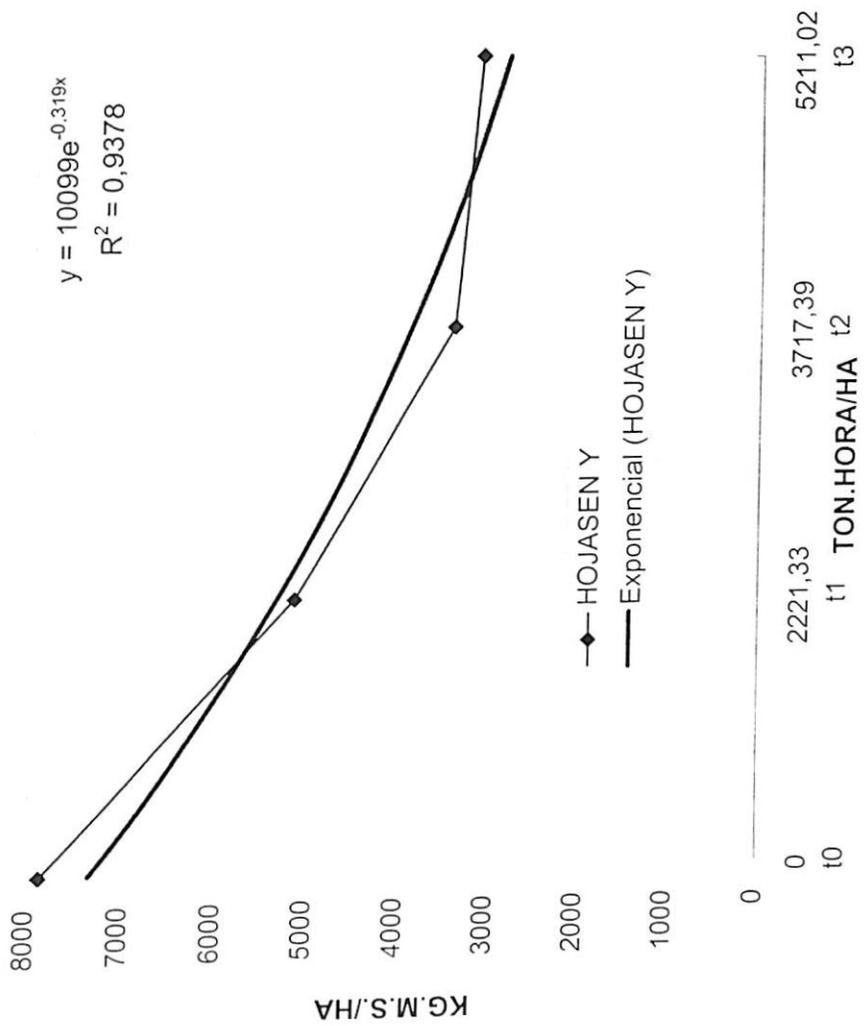


Figura 4.3 Descarga ecosistémica real y ajustada de *Fluorencia cernua* D.C. (hojasén) por el herbívoro utilizando la hoja para gráficos excel 5.0

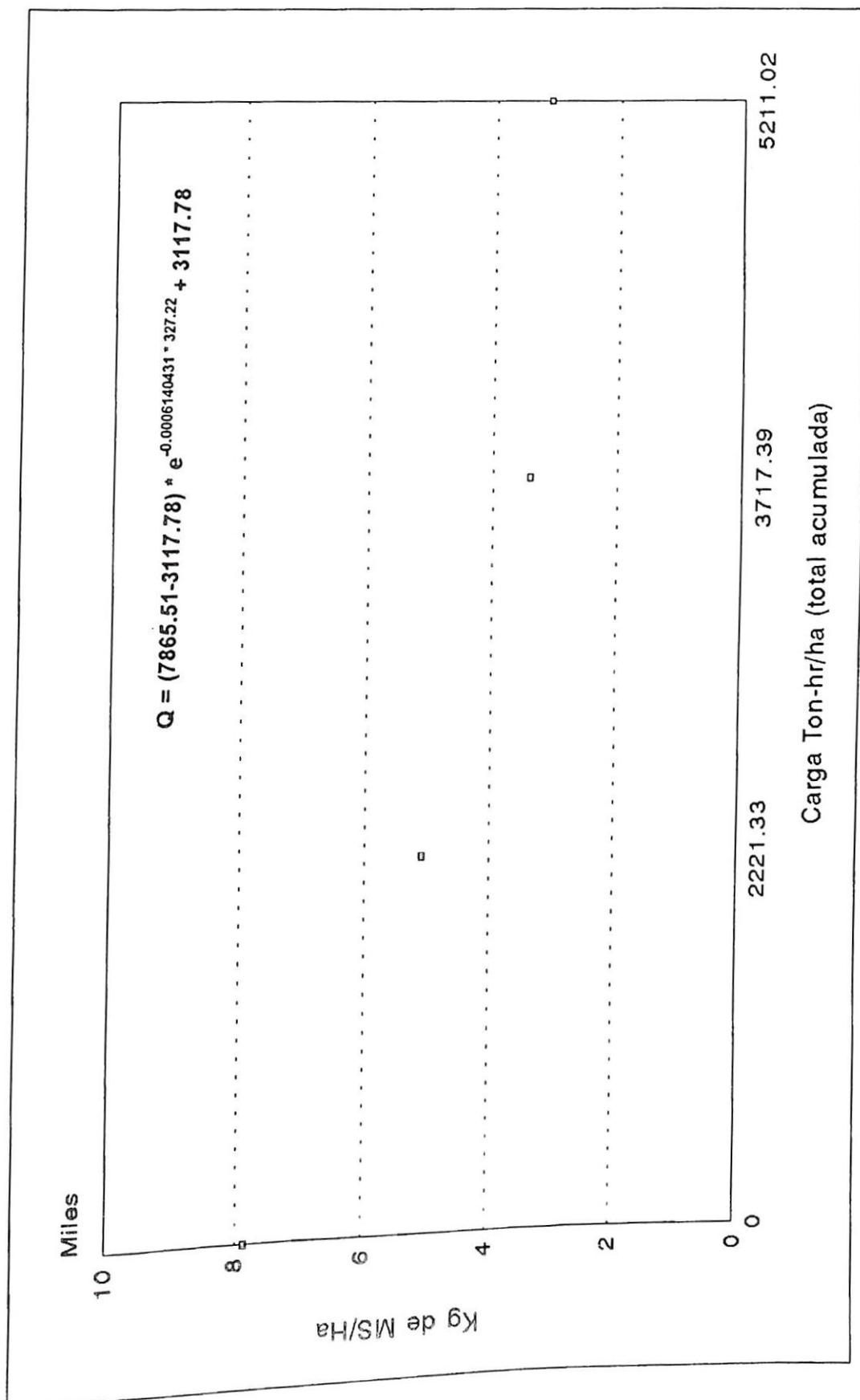


Figura 4.4 Curva ajustada por el procedimiento NLIN del sistema SAS del ecosistema Flourensia cernua D.C. (L).

CUADRO 4.5 Fitomasa de materia seca de *Fluorensia cernua* (Hojasén) ofrecida durante los diferentes tiempos de muestreo transformadas en poblaciones y unidades de superficie.

Materia seca en kg / ha			
Tiempo	g/10 plantas	Kg/270 m ²	Kg/ha
t0	7584.600	212.3688	7865.510
t1	5090.400	137.4408	5090.400
t2	3670.200	91.7550	3398.333
t3	3237.700	84.1802	3117.785

CUADRO 4.6 Zoomasa, efectiva acumulada y total acumulada utilizada en los diferentes tiempos de muestreo en el lote experimental de *Fluorensia cernua* (Hojasen).

Carga animal toneladas.hora/ha		
Tiempo	Efectivo acumulada	Total acumulada
t1	884.750	2221.330
t2	1468.750	3717.390
t3	2038.340	5211.020

CUADRO 4.7 Tiempos de pastoreo en horas efectiva y total no acumulada y acumuladas del ganado caprino en el lote experimental de *Fluorensia cernua* (Hojasén).

Tiempo de pastoreo				
Tiempo	Efectivo			Total
	No acumulada	Acumulada	No acumulada	Acumulada
t0	0:00	00:00	00:00	00:00
t1	29:15	29:15	73:20	73:20
t2	19:25	48:40	49:30	122:50
t3	18:37	67:17	49:22	171:72

CUADRO 4.8 Consumo de materia seca de *Fluorensia cernua* de acuerdo a las diferencias de fitomasa entre los tiempos de muestreo.

Materia seca en kg/ ha		
Tiempos	Kg/270 M ²	Kg/ha
T0 - T1	74.928	2775.11
T1 - T2	45.685	1692.06
T2 - T3	7.5748	280.54

ponde a la ecuación:

$$Q = (7865.51 - 3117.78) e^{-0.0006140431 \cdot 2221.330} + 3117.785$$

Datos sustituidos en la ecuación general de descarga:

$$Q = (Q_0 - C) e^{-kv} + C$$

de donde:

Q = Cantidad de carga presente expresada en kilogramos de materia seca.

C = Carga remanente que no puede ser cosechada por el animal.

k = Tasa intrínseca de descarga.

v = Intensidad de pastoreo expresada en ton-hora/ha

Atriplex canescens (Purch) Nut

Los resultados de las mediciones de descarga total de *Atriplex canescens* (Purch) Nut indica que la descarga de la fitomasa por caprinos se ajusta a una función exponencial (Figura 4.5) correspondiéndole la ecuación $Y = 2393.9 e^{-0.0159x}$. Partiendo de una disponibilidad inicial de 2356.51 Kg de MS/ha (Cuadro 4.11) con una intensidad de cosecha equivalente a 327.22 ton-hora/ha totales acumuladas (Cuadro 4.9) En un tiempo de 34.05 horas totales acumuladas de pastoreo (Cuadro 4.7) la fitomasa total ofrecida se reduce a 2314.64 Kg de MS/ha (Cuadro 4.9) determinándose un consumo del orden de 41.87 Kg de MS/ha (Cuadro 4.12).

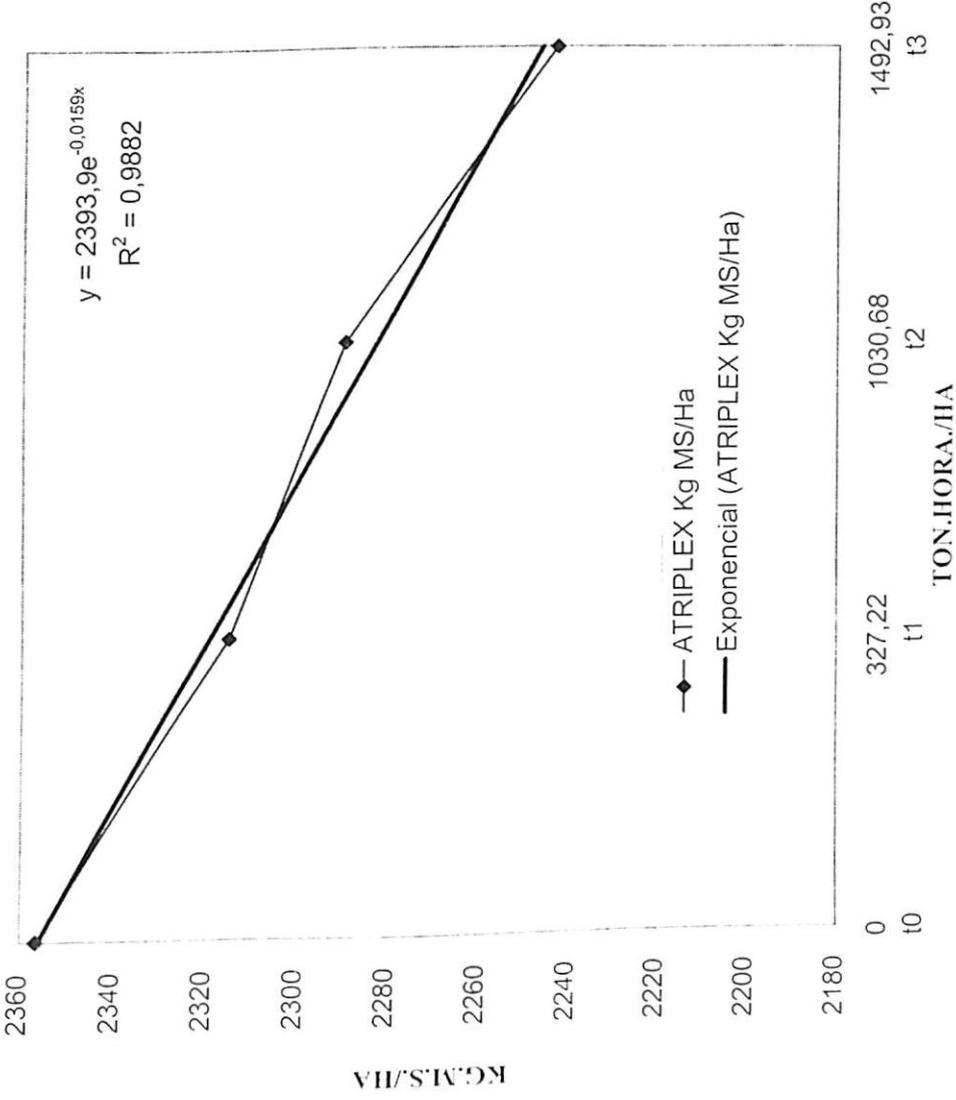


Figura 4.5 Descarga ecosistémica real y ajustada del *Atriplex canescens* (Pursh) Nut. por el herbívoro utilizando la hoja para gráficos excel 5.0

CUADRO 4.9 Fitomasa de materia seca de *Atriplex canescens* (Costilla de vaca) ofrecida en los diferentes tiempos de muestreo, transformada en poblaciones y unidades de superficie.

Materia seca en kg/ ha			
Tiempo	gramos en 5 plantas	gramos/ 450 m ²	Kg/ha
t0	4187.90	106.04	2356.51
t1	4277.00	104.15	2314.64
t2	4608.80	103.03	2289.33
t3	4909.40	100.93	2242.88

CUADRO 4.10

Zoomasa efectiva acumulada y total acumulada utilizada en los diferentes tiempos de muestreo en el lote experimental de *Atriplex canescens* (Coscilla de vaca).

Carga animal toneladas.hora/ha		
Tiempo	Efectivo acumulada	Total acumulada
t1	177.30	327.2200
t2	443.02	1030.6800
t3	616.01	1492.9368

CUADRO 4.11

Tiempos de pastoreo en horas efectivas y total no acumuladas y acumuladas del ganado caprino en el lote experimental de *Atriplex canescens* (costilla de vaca).

Tiempo	Tiempo de pastoreo				Total
	Efectivo		No acumulada	Acumulada	
	No acumulada	Acumulada			
t0	00:00	0:00	00:00	000:00	
t1	18:45	18:45	34:05	034:05	
t2	27:25	46:10	73:20	107:25	
t3	18:00	64:10	48:10	155:35	

Consumo de materia seca de *Atriplex canescens* de acuerdo a las diferencias de fitomasa entre los tiempos de muestreo.

Materia seca en kg / ha		
Tiempo	Gramos / 450 M ²	Kg/ha
T0 - T1	1.89	41.87
T1 - T2	1.12	25.31
T2 - T3	2.10	46.45

La descarga de la fitomasa en pie, continúa ajustándose a una función exponencial y tiende a hacerse asintótica con un valor de 2242.88 Kg de MS/ha.

Las tasas de cambio de la descarga son variadas dependiendo del tiempo de apacentamiento de los caprinos (Figura 4.6).

La descarga de la fitomasa por el herbívoro corresponde a la ecuación: $Q = (2356.51 - 2242.88) e^{-0.0012764805 \cdot 327.22} + 2242.88$. Datos sustituidos en la ecuación general de descarga:

$$Q = (Q_0 - C) e^{-kv} + C$$

de donde:

Q = Carga total presente al momento de iniciar el proceso de descarga.

C = Carga presente no cosechable.

k = Tasa intrínseca de descarga.

v = Intensidad de pastoreo.

Medicago sativa L.

Los resultados de las mediciones de descarga total de *Medicago sativa* L indican que la descarga de la fitomasa por caprinos se ajusta a una función exponencial (Figura 4.7) correspondiéndole la ecuación $Y = 2012 e^{-0.1677x}$. Partiendo de una disponibilidad inicial de 1770.0 Kg de MS/ha (Cuadro 4.13) con una intensidad de cosecha equivalente a 946.290 ton-hora/ha totales acumuladas (Cuadro 4.14). En un tiempo de

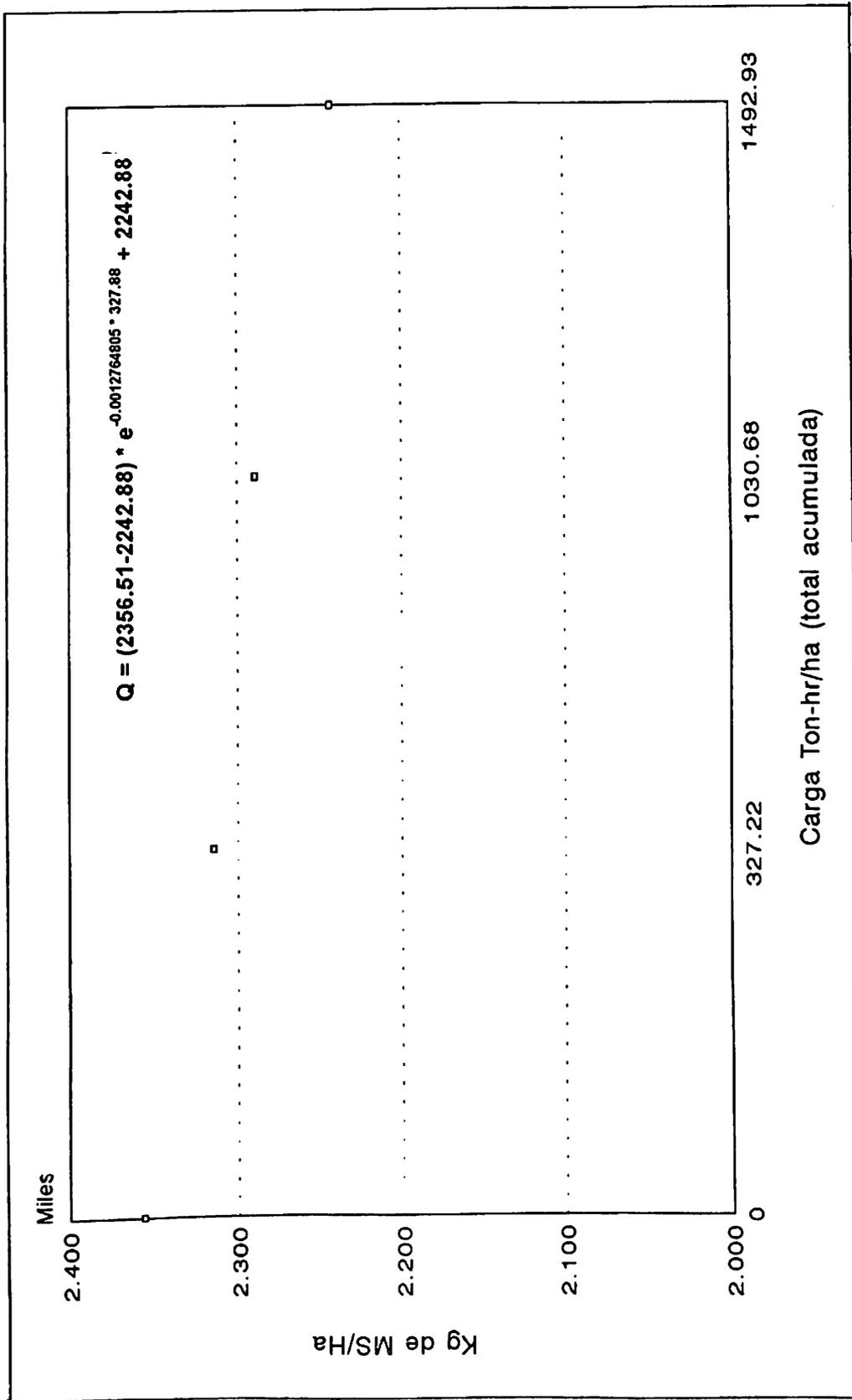


Figura 4.6 Curva ajustada por el procedimiento NLIN del sistema SAS del ecosistema *Atriplex canescens* (Pursh) Nut.

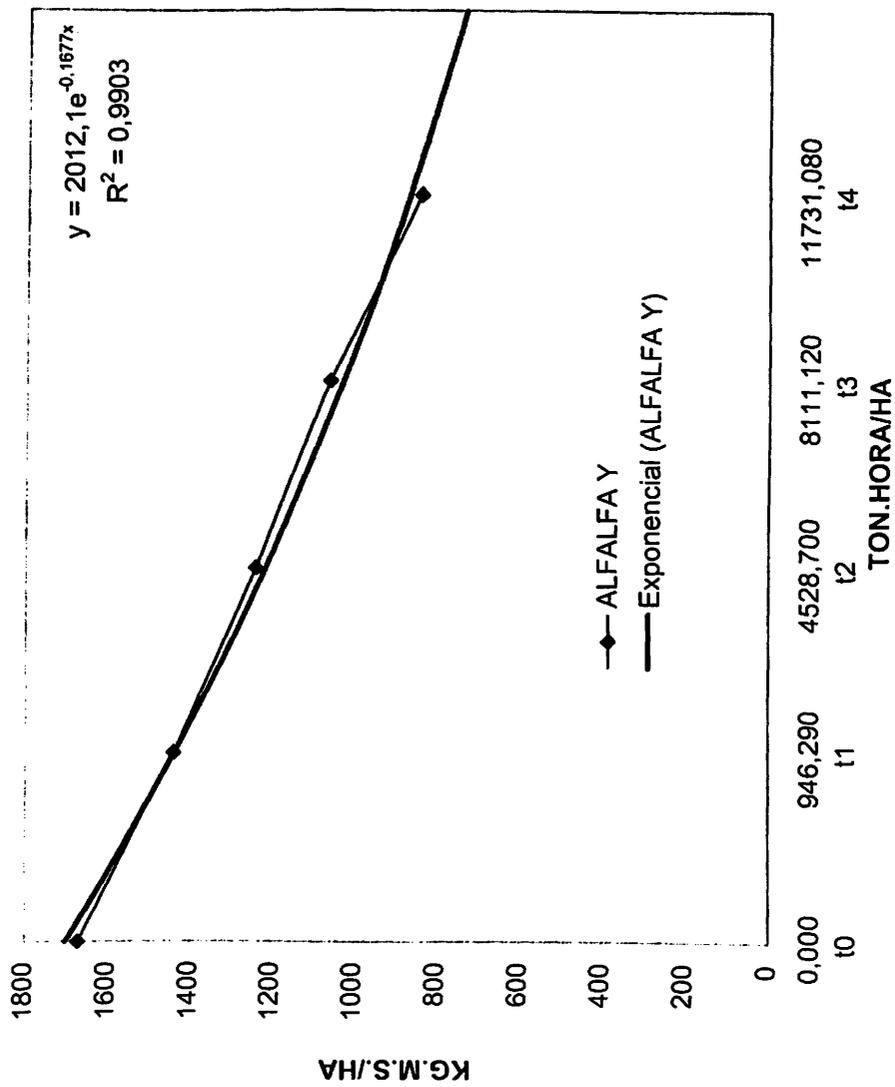


Figura 4.7 Descarga ecosistémica real y ajustada de *Medicago sativa* L. (alfalfa) por el herbívoro utilizando la hoja para gráficos excel 5.0

CUADRO 4.13

Fitomasa de materia seca de *Medicago sativa* (alfalfa) ofrecida, trans-
formadas en unidades de superficie de acuerdo a los diferentes tiempos
de muestreo.

Materia seca en kg/ ha		
Tiempo	Gramos / m ²	Kg/ha
t0	177.000	1770.000
t1	153.900	1539.000
t2	125.380	1253.800
t3	106.100	1061.000
t4	84.150	841.000

CUADRO 4.14 Zoomasa efectiva acumulada y total acumulada utilizada en los diferentes tiempos de muestreo en el lote experimental de *Medicago sativa* L. (alfalfa).

Carga animal toneladas.hora/ha		
Tiempo	Efectivo acumulada	Total acumulada
t1	946.290	946.290
t2	2125.410	4528.700
t3	3274.480	8111.120
t4	4446.090	11731.080

6:30 horas totales acumuladas de pastoreo (Cuadro 4.15). La fitomasa total ofrecida se reduce ha 1539.0 Kg de MS /ha determinándose un consumo de 231.0 Kg de MS/ha (Cuadro 4.16).

La descarga de la fitomasa en pie, continúa ajustándose a una función exponencial y tiende a hacerse asintótica con un valor de 841.00 Kg de MS/ha.

Las tasas de cambio de las descargas son variadas, dependiendo del tiempo de apacentamiento de los caprinos (Figura 4.8).

La descarga de la fitomasa por el herbívoro corresponde a la ecuación $Q = (1770.0 - 841.0) e^{-0.0002038648 \cdot 946.29 \cdot t} + 841.00$: datos sustituidos en la ecuación general de descarga:

$$Q = (Q_0 - C) e^{-k \cdot v \cdot t} + C$$

de donde:

Q = Carga total presente al momento de iniciar el proceso de descarga.

C = Carga presente no cosechable.

k = Tasa intrínseca de descarga.

v = Intensidad de pastoreo.

Tiempo de pastoreo					
Tiempo	Efectivo		Total		acumulada
	No acumulada	acumulada	No acumulada	acumulada	
t0	0:00	00:00	0:00	0:00	0:00
t1	6:30	06:30	6:30	6:30	6:30
t2	7:85	14:15	23:85	30:15	30:15
t3	7:65	21:08	23:85	54:00	54:00
t4	7:80	29:60	24:01	78:01	78:01

CUADRO 4.16 Consumo de materia seca de *Medicago sativa* de acuerdo a las diferencias de fitomasa entre los tiempos de muestreo.

Materia seca en kg/ ha consumida		
Tiempo	gramos/ m ²	Kg/ha
T0 - T1	22.60	231.0
T1 - T2	29.62	285.2
T2 - T3	18.68	192.8
T3 - T4	21.15	220.0

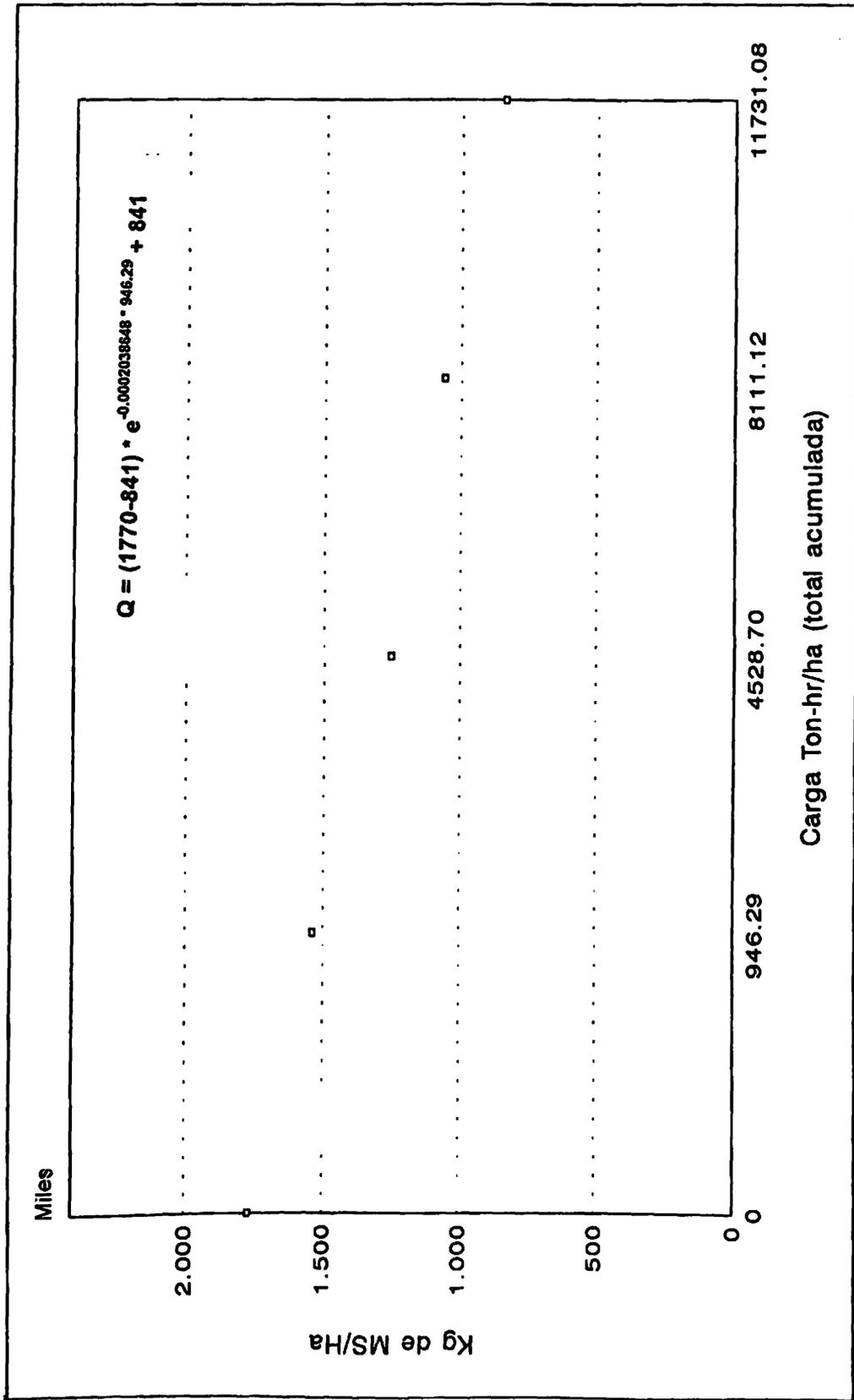


Figura 4.8 Curva ajustada por el procedimiento NLIN del sistema SAS del ecosistema Medicago sativa (L)

CAPITULO 5

DISCUSION

Los resultados obtenidos en las descargas ecosistémicas de la gramínea, leguminosa y arbustivas, nos indican que la disponibilidad de la materia seca disminuye a medida que el tiempo de utilización aumenta, tal como lo mencionó Gastó y Olivares (1979). Así mismo, se puede observar que la capacidad de cosecha del animal varía de acuerdo a la disponibilidad y densidad de carga del forraje ofrecido en las praderas.

Durante el proceso de descarga de las gramíneas y leguminosas por el ganado caprino, se puede observar que preferentemente fueron consumidas las hojas verdes y tallos jóvenes dejando como remanente los tallos maduros debido principalmente a la falta de palatabilidad y alto contenido de fibra coincidiendo con los resultados obtenidos por Moyeda et al. (1979); Olivares y Gastó (1981); karnezos et al. (1988) lo que ocasionó un consumo del 60 por ciento en gramíneas y un 39 por ciento en arbustivas. En cuanto a la descarga ecosistémica de la leguminosa el consumo de materia seca fue de un 47.5 por ciento en virtud de que el forraje en las primeras horas de pastoreo fue pisoteado debido a las características vegetativas de la planta, dificultando así su consumo por el ganado caprino, por lo cual mencionamos los trabajos realizados por Gastó (1982) que dice: las características de

la descarga de la fitocenosis al ser sometida a la acción de un cosechador debe ser armónica con el sistema y con los requerimientos del cosechador; de la misma manera, otro de los factores que determinaron el consumo de materia seca fue la palatabilidad de las especies forrajeras tal como lo menciona en sus trabajos Cook (1954).

Las curvas obtenidas en las descargas ecosistémicas de las comunidades bajo estudio a decir: *Sporobolus airoides*; *Fluorensia cernua*; *Atriplex canescens* y *Medicago sativa* describen una función exponencial tal como lo mencionan en sus trabajos (Olivares y Gastó, 1979; Gastó y Olivares, 1981; Chen y Wang, 1988; Sampedro y Horacio, 1989; Shlyachkova, 1990; Hyer, et al., 1991. Defosse y Bertiller, 1991; Foltyn y Zednickova, 1992). Las curvas se caracterizan por una progresión geométrica (descendente) de los valores de una de las variables, mientras que la otra, se manifiestan en una progresión aritmética, correspondiéndole la forma general de la ecuación de tendencia exponencial $Y = ae^{-bx}$ (Springer et al. 1972a; Springer et al. 1972b; Allendoerfer y Oakley, 1973; Churchill, 1990; Márquez, 1991; Miller, et al. 1992; Stein, 1992).

Asumiendo que el cambio neto producido en el sistema corresponde a la carga menos la descarga (Olson, 1963 y Noy-Meir, 1975), planteamos el problema de esta forma y de acuerdo a la ley de la conservación de la energía se tiene que:

$$Vq/Vt = Vg/Vt - Vq/Vv$$

Esta ecuación nos señala, que los cambios en la carga (Vq/Vt) son una secuencia de los cambios producidos por la cosecha al aumentar la intensidad de pastoreo (Vq/Vv). Ahora bien, si consideramos un sistema cuya tasa de carga (Vq/Vt) está cercana a cero, el cambio neto producido en él se debe a la descarga; además la descarga es una variable dependiente de la carga presente. El sistema considerado, presenta los parámetros siguientes (Figura 5.1).

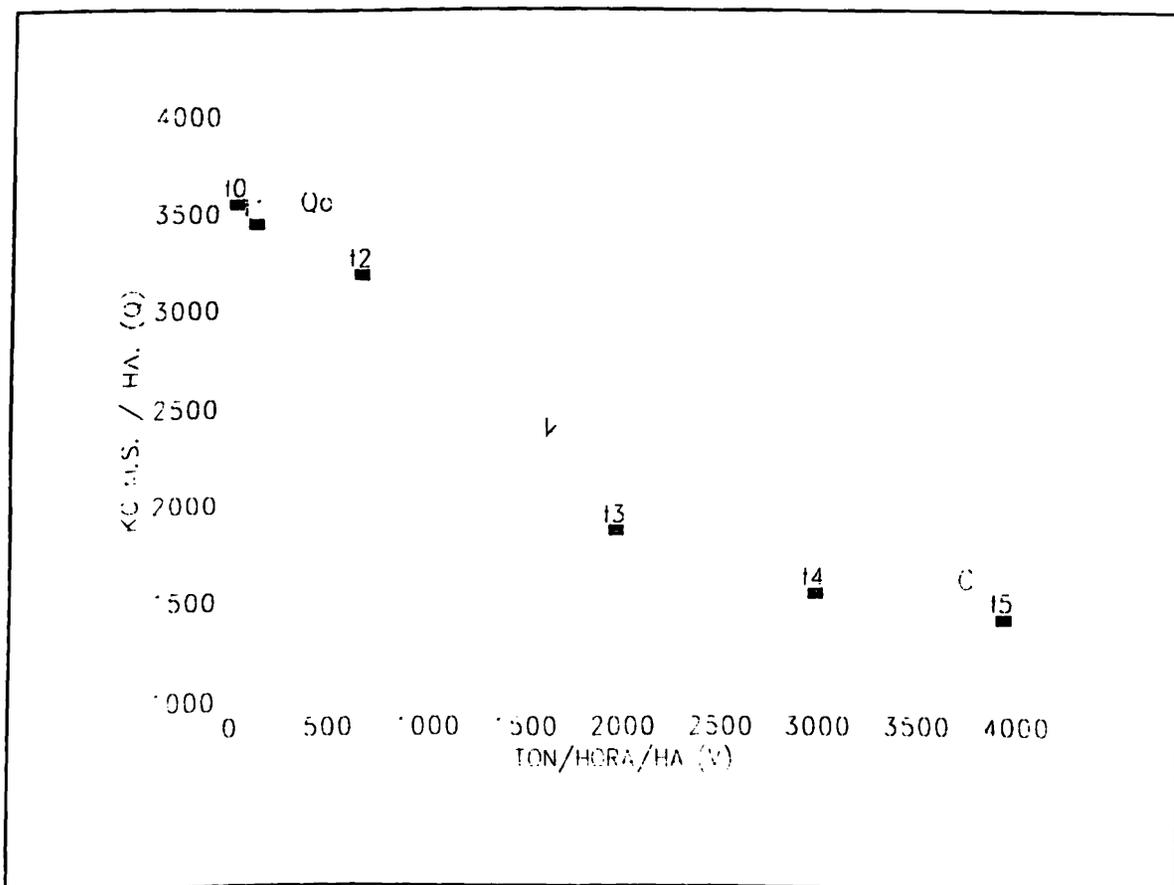


Figura 5.1 Parámetros considerados para la determinación de la ecuación general de descarga de la pradera por el herbívoro.

En donde:

Q = Carga total presente al momento de iniciar el proceso de descarga.

C = Carga presente no cosechable.

k = Tasa intrínseca de descarga.

v = Intensidad de pastoreo

Estos parámetros pueden ser considerados como constantes para un sistema y tiempo dados. La variable dependiente Q corresponde a la carga presente en un instante dado y se expresa en Kilogramos por hectárea de materia seca. La variable independiente V representa unidades de intensidad de pastoreo (zoomasa.tiempo)/Unidad de superficie expresándolo usualmente en ton-hora/hectárea (Cuadro 5.1).

Se considera que las variaciones en la carga se deben a la cosecha, siendo esta última proporcional a la cantidad de carga presente Q menos la carga no disponible C y siendo además proporcional a la tasa intrínseca de descarga k ; por consiguiente:

$$dQ/dV = -k (Q - C)$$

Resolviendo esta ecuación diferencial tenemos:

$$Q = (Q_0 - C) e^{-kv} + C$$

Tal como algunos autores han ajustado curvas de descarga de la pradera a esta ecuación haciendo pastorear praderas de secano con altas densidades animales (Olivares y Gastó, 1979; González, 1979; Gastó y Olivares 1981).

Aplicando este modelo matemático a las curvas de descargas obtenidas en los ecosistemas bajo estudio, podemos calcular la tasa intrínseca de descarga por programación NLIN-SAS; Así tenemos que para el *Sporobolus airoides* $k = .0006812157$ (figura 4.2); para *Fluorensia cernua* $k = .0006140431$ (figura 4.4); para el *Atriplex canescens* $k = .0012764805$ (figura 4.6); y para *Medicago sativa* $k = .0002038648$ (figura 4.8).

Los parámetros calculados para la obtención de estas curvas se pueden observar en cuadro 5.1.

CUADRO 5.1 Parámetros calculados para las curvas de descargas de la materia seca de los ecosistemas bajo estudio.

Ecossistema	Disponibilidad inicial (Kg.M.S./Ha) Q ₀	Tasa intrínseca de descarga k	Potencial mínimo cosechable (Kg MS/Ha) C
<i>Sporobolus airoides</i>	3537.00	.0006812157	1396.40
<i>Fluorensia cernua</i>	7865.51	.0006140431	3117.78
<i>Atriplex canescens</i>	2356.51	.0012764805	2242.88
<i>Medicago sativa</i>	1770.00	.0002038648	841.00

CAPITULO 6

CONCLUSIONES

De acuerdo al proceso de descarga por el herbívoro de las distintas especies se pueden considerar las siguientes conclusiones:

- Los resultados obtenidos en las mediciones de las descargas totales de las gramíneas, leguminosas y arbustos indican que la cosecha de la fitomasa por el herbívoro se ajusta a una función exponencial.

- El modelo general de descarga de la fitomasa por el herbívoro corresponde a la ecuación:

$$Q = (Q_0 - C) e^{-kv} + C$$

Donde:

Q = Cantidad de carga presente expresada en kilogramos de materia seca.

C = Carga remanente que no puede ser cosechada por el animal.

k = Tasa intrínseca de descarga.

v = Intensidad de pastoreo expresada en ton-hora/ha.

- Conociendo los parámetros de la ecuación general de descarga de la pradera por el herbívoro es posible predecir la carga presente en el ecosistema con una determinada intensidad

de pastoreo.

- Cada arquitectura fitocenósica, presenta una tasa intrínseca de descarga y un comportamiento determinado por la estructura de la planta y la intensidad de utilización.

CAPITULO 7

RESUMEN

El objetivo general del presente estudio fue el determinar una función matemática que represente las descargas ecosistémicas por el ganado caprino. Para tal fin, se utilizaron cuatro arquitecturas fitocenósicas del desierto Chihuahuense a decir *Sporobolus airoides* (450 m²); *Fluorencia cernua* (270 m²= 280 plantas); *Atriplex canescens* (450 m²=123 plantas); *Medicago sativa* (24 m²). Dichas comunidades fueron encontradas en el Campo Experimental "Noria de Guadalupe" en Concepción del Oro en el Estado de Zacatecas, exceptuando la de *Medicago sativa*, que fue localizada en un lugar aledaño al norte de la ciudad de Saltillo, Coahuila, México.

Para cuantificar la fitomasa ofrecida expresada en kg/ha de materia seca, en los diferentes tiempos de muestreo se utilizó en el caso del *Sporobolus airoides* y *Medicago sativa* el método del cuadrante; para el caso del *Fluorencia cernua* y *Atriplex canescens* se empleo una técnica compatible a la forma de planta. Los tiempos de muestreo fueron determinados de acuerdo a las observaciones del consumo de la materia seca por el herbívoro. Así tenemos que para el ecosistema del *Sporobolus airoides* se determinaron $T_0 = 3537.00$; $T_1 = 3432.70$; $T_2 = 3158.16$; $T_3 =$

1855.33; T4= 1527.30; T5= 1396.40. Para *Fluorencia cernua* To= 7865.51; T1= 5090.40; T2 = 3398.33; T3= 3117.78. En el caso del *Atriplex canescens* To= 2356.51; T1 = 2314.64; T2= 2289.33; T3 = 2242.88. En *Medicago sativa* se obtuvieron To= 1770.00; T1 = 1539.00; T2= 1253.80; T3= 1061.00; y T4 = 841.00.

Para efectuar las descargas ecosistémicas se utilizaron diferentes cargas animales, expresadas en ton hora /ha totales acumuladas. Así tenemos que para el ecosistema del *Sporobolus airoides* le correspondió en cada uno de los tiempos empleados una intensidad de pastoreo de T1= 98.11; T2 = 634.45; T3 = 1944.24; T4 = 2969.50; T5 = 3929.35. Para el caso de *Fluorencia cernua* T1 = 1792.27; T2 = 3232.46; T3 = 4703.01. Para *Atriplex canescens* tenemos T1 = 327.22; T2 = 1030.68; T3 = 1492.93. y Para *Medicago sativa* T1 = 946.29; T2 = 4528.70; T3 = 8111.12; y T4 = 11731.08. Las curvas obtenidas de las diferentes descargas ecosistémicas describen una función exponencial de la forma $Y = ae^{-bx}$.

Ajustando los datos se determinó una función general de descarga de la fitomasa por el herbívoro de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Q = (Q_0 - C) e^{-kv} + C$$

En donde:

Q = Cantidad de carga presente expresada en kg/ha de materia seca.

Q_0 = Valor de la carga máxima al instante de iniciar la descarga.

C = Carga remanente que no puede ser cosechada por el animal.

k = Tasa intrínseca de descarga.

v = Intensidad de pastoreo expresada en ton hora/ha

CAPITULO 8

LITERATURA CITADA

- Allendoerfer , Carl B . y C. O. Oakley . 1973 . Fundamentos de Matemáticas Universitarias.Tercera Edición.Libros McGraw Hill. 297-316 p. México.
- Armijo, T. , R . Nava C . y J . Gastó C . 1976 . Fundamentos de Transformación de Ecosistemas . México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Monografía Técnico Científica 2 (1):57 p. Saltillo, Coahuila, México.
- Arredondo, V,D.C. 1981.Componentes de la vegetación del Rancho demostrativo " Los Angeles ". Tesis de Licenciatura. UAAAN.Buenavista, Saltillo Coahuila. México. 284 p.
- Bareu, D. 1990. Determination of labour requirements for potato harvesting and transport.Selskostopanska - Tekhnika. 27: 7, 14 - 24. Bulgarian.
- Basile, J. V. and C.E. Jensen. 1971. Grazing potential on Lodgepole pine clearcuts in Montana. U.S.D.A. Forest Service Res.Paper INT 98 11p. USA.
- Benjamin, R.; J. Orky and E. Eyal. 1959. Grazing saltbush Atriplex halimus with cow and sheep. Agr. Res. Sta. Min. of Israel. 12 - 15 p. Israel.
- Benson, L. and R.A.Darrow.1981.Trees and shrubs of the South wester deserts.The Univ. of Arizona Press. Tucson, Arizona. United States of America. 416 p.
- Blake,S.F.1913. Revision of the genus Fluorensia. Proc. Amer. Acad. 49: 393-409.U.S.A.
- Blaser, R.E. 1966. Efecto del animal sobre la pastura. En Paladines, O.(Ed).Empleo de animales en investigaciones sobre pasturas.I.I.C.A. Zona Sur. Uruguay: 1.
- Botoroev, V.V. 1990. Parameters of harvesters and transporters used for whole cereals. Moscow Agricultural Academy. 67-78. Moscow, Russia.

- Buffington, L.C. and C.H. Herbel. 1965. Vegetational changes on a semidesert grassland range from 1858 to 1963. *Ecol. Monog.* 35: 139 - 164. United States of America.
- Cai, R. and S. Xu. 1992. Studies on mathematical model and optimum scheme of agrotechnique of high yielding barley grown on no - tillage paddy field. *Acta Agriculture Universitates - Zhejiangensis*. Apr. V. 18 (2) p. 72 - 77 . China.
- Candia, G.R., J. Gastó C., R. Armijo T. Y R. Nava C. 1976. Estrategias de transformación del ecosistema árido. Operadores y algoritmos. Universidad Autónoma Agraria " Antonio Narro "Monografía Técnico Científica. 2 (5): 250-364. Saltillo, Coahuila. México.
- Cañas, R. Y J. Gastó C. 1974. Costo de cosecha y eficiencia de producción de ecosistemas ganaderos. *Ciencia e Investigación Agraria*. Chile. 1:177-185
- Carrera, C. 1971. Tipos de plantas que consume el ganado caprino.XII Informe de Investigación . División de Ciencias Agropecuarias y Marítimas.I.T.E.S.M. Monterrey, N.L. México.168 - 169 p.
- CETENAL, 1970. Carta de clima. Comisión de Estudios del Territorio Nacional. Secretaría de la Presidencia. Carta Zacatecas 13Q-2.
- CFAN-CID. 1965. Estudio Integral Preliminar de Ganadería de la Zona Norte de la República Mexicana. IV Inventario de Recursos Ganaderos del Norte de México. Copar-México, México .
- Chatterton , N .J., J. R. Goodin, C.M. Mckell, R.V. Barker and J.R. Ribble. 1971.Monthly variation in the chemical composition of desert saltbush. *J. Range Management*.24:37 40. U.S.A.
- Chen, J. and Wang, Q. 1988. A theoretical analysis of the potential productivity of ryegrass under grazing. *Journal of Theoretical - Biology*. 133: 3, 371 - 383. China.
- Churchill, R.V. 1990. Complex variables and aplicaciones. Fifth edition. Mc Graw Hill International Editions. Mathematics series. 15 - 17 p. Singapur.

- Clark, F. E. and E.A. Paul. 1970. The microflora of grassland. *Advances in Agronomy* 22:375-435. U.S.A.
- Cook, C.W. 1954. Common use of summer range by sheep and cattle. *J. Range Management*. 7:10-13. U.S.A.
- Correl, D.S. and M.S. Johnston. 1970. Manual of the vascular plants of Texas. Texas Research Foundation. United States of America. 1881 p.
- Cotecoca, 1968. Primera copia provisional del estudio del Estado de Coahuila. SAG - México.
- Cuevas, R. 1975. Apuntes de agrostología. Segunda Edición. ITESM. Monterrey, N.L. 45 p.
- Defosse, G.E. and M.B. Bertiller. 1991. Comparison of four methods of grassland productivity assessment based on *Festuca pallescens* phytomass data. *Journal of Range Management*. 44:3, 199 - 203. Argentina.
- Díaz, S., 1983. Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas. Memorias de una reunión de trabajo celebrada en Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia.
- Dillon, M. O. 1976. Two new species of *Flourensia* (*Asteraceae* - *heliantheae*) from North - Central México. *The Southwestern Nat.* 21:145-149. U.S.A.
- Duris, M.; J. Dud'ak and M. Ostrozlik. 1990. Modelling the technological process of grain harvesting. *Zemedelska Technika*. 36: 3, 175 - 184. Zechoslovakia.
- Eyal, E., W.R. Benjamin and H.N. Tadmor. 1975. Sheep production on seeded legumes, planted shrubs and dryland grain in a semiarid region of Israel. *J. Range Management*. 28:100-107. Israel.
- Foltyn, I. and Zednickova. 1992. Mathematical model of form optimization. *Zemedelska ekonomika UVT12 (CSFR)*. Vol 38 (11-12) p. 853-872. Prague, Czech Republic.
- Forest Service. 1937. Range plant handbook. U.S.A. Forest service Washington, D.C.

Gastó, C., J. 1978. Ecología Silvoagropecuaria. Universidad de Chile. Chile. 123 p.

1982. Dinámica de la descarga de la pastura y su arquitectura. Memorias de una reunión de trabajo celebrada en Cali, Colombia. 81-106.

Gastó C., J. y E. A. Olivares. 1979. Análisis cuantitativo de la arquitectura de *Atriplex repanda* Phil. Ciencia e Investigación Agraria 6:105-113. Chile.

1981. Función de descarga eosistemica. Aplicación al proceso de cosecha de la pradera por ovinos. Ciencia e Investigación Agraria 8:43-51. Chile.

Gastó, J., R. Nava C. y J. López. 1981. Proceso de Carga y Descarga frutal en poblaciones naturales de *Opuntia streptacantha* Lemaire. Monografía Técnico Científica. V (7) Núm. 4. 220 p. Saltillo, Coahuila. México.

Gay, C. W., D. D. Dwyer and R.E. Steger. 1970. New Mexico State University. United State of America. 85 p.

Gee, A. J., A. J. Milner and R. J. Hemsworth. 1978. The effect of density on mortality in juvenile atlantic salmon (*salmo salar*). J. Animal Ecology 47:497-505. England.

González, B.C. 1979. Función de descarga ecosistémica. Aplicación al proceso de cosecha de la pradera por el ganado. Tesis Ing. Agr. Santiago, Facultad de Agronomía. Universidad de Chile. 59 p.

González, E. M. 1975. Distribución espacial de la vegetación y su interpretación sucesional en el Noreste del Estado de Zacatecas. Tesis Ing. Agrónomo. Esc. Nac. Agr. Dpto. Zootecnia. Chapingo, México. 263 P.

González, S. 1977. La Fisiología vegetal en el manejo de pastizales. Bol. Pastizales. Rancho Experimental La Campana. INIP-SARH 8(4). Chihuahua, Chih.

Gutiérrez, C.J. 1979. Hydrologic characteristics of the San Tiburcio Watersherd, Northern Zacatecas, México. Tesis M.S. College of Forestry And Natural Resources. Colorado State University. Fort Collins, Co.

- Hernández, X. y F. Martínez M. 1957. Conozca los zacates nativos de México. El género *Sporobolus*. Agric.Tec-Méx. No.4 SAG. México.8-11 p.
- Hughes, D., M.E. Heath y D.S. Metcalfe. 1975. Forrajes. Quinta edición. Ed. CECSA. México, D.F.
- _____. 1976. Forrajes. La ciencia de la agricultura basada en la producción de pastos. Edit. Continental. México. 758 p.
- Huss, D.I. 1971. Goat response to use of shrubs as forage. En: Mckell, C.M., J.P. Blaisdell and J.R. Goodin (eds.) Wild land Shrubs-Their Biology and Utilization. pp.331-338. An International Symposium. U.S.D.A. Forest Service General Technical Report Int-1. Ogden Utah.
- Hyer, J.; J.N. Oltjen and M.L. Galyean. 1991. Development of a model to predict forage intake by grazing cattle. *Journal of Animal Science*. 69:2, 827 - 835. U.S.A.
- Kalahnikov ,S.G. 1959. Electricidad .Grijalbo ,México.725p.
- Karnezos, T. P.; Tainton, N.M. and Bransby, D.I. 1988. A Mathematical model used to describe animal performance on Kikuyu and Coastcross II pastures. *Journal of Grassland Society of Southern Africa*. 5:1, 38 - 41 p. Africa
- Khabatov, R.Sh.; N.G. Zhurbenko; S.A. Mishchuk; P.I. Stetsyuk. 1990. Optimization of agricultural machinery stock. *Moscow Agricultural Academy*. 10 - 17. Moscow, Rusia.
- Knight, J. 1965. Some observaciones on the feeding habits of goats in the South Baringo District of Kenya. *E. Afr. Agr. Far. J.* 30: 182-188. Africa.
- Krebs, J. 1977. Optimal foragin.Theory and Experiment. *Nature* 268:583-584. U.S.A.
1985. Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia. Segunda edición. Editorial Karla. pp. 572-574. México.

- Laredo, M. A. and D. J. Minson. 1975. The involuntary intake in digestibility by sheep of leaf and stem fractions of *Lolium perenne*. J. Brith Grassland Soc.30:73-77.
- Le Houerou, H.N. 1971. Africa the mediterranean region. En Mckell, C.M., J.P. Blaiswell and J.R. Goodin (eds) wild land shrubs their biology and utilization. 26-36 p. An International Symposium. Usda Forest Service General Technical Report Int-1. Ogden, Utah.
- Li, H.J. and L.Q Yang. 1992. A study on thin - layer drying of peanut kernels. Chinese Society of Agricultural Engineering. 8:2, 56 - 62. China.
- Li, Z.K. and J.Q. Chen. 1990. Agricultural production system optimizing model and its application. Chinese Society of Agricultural Machinery. 21:4, 14 - 20. China.
- Liu, J. and F. Yuan. 1990. A mathematical model of interated agronomic measures for cultivation of high - yielding wheat in dry and meagre land of Heilonggang Area, Hebei (China), Acta Agricultural Boreali - Sinica. Sep. V. 5 (3) p. 116 - 122. China.
- Margalef, R. 1989. Ecología. Ediciones Omega, S.A. 636-638 pp. Barcelona, España.
- Márquez, C.M. 1991. Probabilidad y Estadística para Ciencias Químicas-Biológicas. Editorial Mc Graw Hill. 456-463 pp. México.
- Mc clymont, G.L. 1969. Nutritional value of plant matter and factors affecting its intake by animals. En James, B.J.F. Intensive utilization of pastures. Halsted press. Sydney, Australia: 38 p.
- Mc Mahan, C ,A . 1964 . Comparative food habits of deer and three classes of livestock. J. Wildlife Management. 28: 798- 808. U.S.A.
- Méndez, R.I.1980. Introducción a la Metodología Estadística Editorial Patena.A.C. Madrid.
- Miller, I.; J.E. Freund and R. Johnson. 1992. Probabilidad y Estadística para Ingenieria. IV edición. Ed. Pretince - Hall Hispano Americano, S.A. 326-352 pp. México.

- Moyeda, A., J. Gutiérrez, R. Nava C., B.M. Mellado . 1979. Intensidad de pastoreo y producción de leche caprina en la zona árida del Norte de Zacatecas. Monografía Técnico Científica 5(5):328-393. Saltillo, Coahuila.México.
- Monsi, M. and Saeki, T. 1953. Uber den linchtfaktor in den pflanzengeselleschafton und Seine Bedeutung fur die Stoff produktion. Jap.J.Bot. 14:22-52. Japón.
- Muthuswamy, P.; C.R. Ranganthan; V. Murugappan; P. Santhy and G. Ramanathan. 1990. A mathematical model for predicting the soil nitrogen status under varyng fertilizer practices in a continuos cropping sequence. Fertilizer - Research. 23:3, 135 - 140. India.
- Nava, C. R . 1978. Comentarios del Campo Agrícola Experimental " Noria de Guadalupe ", Zacatecas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 12 p.
- Nava, C. R., R , Armijo T. y J. Gastó C. 1979. Ecosistema. La Unidad de la Naturaleza y el Hombre. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 169-180 p.
- Nava, C. R., E. Riveros V, R. Reynaga V. y L. Pérez R. 1980. Utilización de los Recursos Naturales. Monografía Técnico-Científica 6 (1):1-42. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. México.
- Navarro, G. 1975. Producción de forraje en microcuencas utilizando diferentes amplitudes de banda de siembra en zonas áridas. Tesis Ing. Agr. Buenavista, Saltillo, Coah. UAAAN. 64 p.
- Noy-Meir, I. 1975. Stability of grazing system. An application of predator-prey graphs. J. Ecology 63:459-481. England.
- Odum, E.P. 1971. Ecología. Tercera edición. Editorial Interamericana. México. 307 p.
- Olivares, E., A. y E. Riveros, V. 1978. Composición botánica de la estrata herbácea de una pradera mediterránea anual sometida a diferentes épocas y frecuencias de talajeo. Avances en producción Animal. Chile.

- Olivares, E.A. y Juan Gastó C. 1979. Función de cosecha por ovinos de la pradera anual Mediterránea de Chile. Avances de Producción Animal. 4 (1) 45-54. p. Chile.
-
1981. Atriplex repanda. Organización y manejo de ecosistemas con arbustos forrajeros. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. 190-201 p. Chile.
- Olson, J. S. 1963. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. Ecology 44:322-331 Chile.
- Pozo, M. Del 1971. La Alfalfa, su cultivo y aprovechamiento. Editorial Mundi-prensa. Madrid.
- Quintanar, F.A. 1961. Los Desiertos Mexicanos. IMRNR. Editorial Limusa. 157p. México.
- Range Team Glossary Committee. 1974. A glosary of terms used in Range Management. Soc . Range Management, Denver.
- Reifsnyder, W.E. and H.W. Lull. 1965. Radiant energy in relation to forest. Tech. Bull. 1344. U.S.A. Dept. Agric. Forest. Serv. 111 p.
- Robles, S. R. 1975. Producción de Granos y Forrajes. Edit. Limusa. Mundi-prensa. 162 p. México.
- Rozas, R. 1978. Costo ecológico de cosecha de alimento de ovinos en pastoreo. IV Conferencia Mundial de Producción Animal. 21 p. Buenos Aires.
- Ruiz de L., M.T. 1981. Determinación de la composición botánica de la dieta de caprinos, en una área resemebrada en el Municipio de Ocampo, Coahuila, México. Tesis de Licenciatura. Biología. UANE, Saltillo, Coah. México. 67 p.
- Sampedro, F. y D. Horacio. 1989. Desarrollo de un modelo matemático para la planificación del manejo y utilización de pasturas. Tesis (Mag Sc) 95 pp. Universidad Católica de Chile, Santiago (Chile) Fac. de agronomía.

- Santos, J.; Gómez, H. and Rosario, T. 1992. A model to predict the yield of determinate tomatoes. *Scientia - Horticulture*. 50: 1- 2, 89 - 105. U.S.A.
- Schmidt, J. 1991. A mathematical model to simulate rainfall erosion. *Catena, Supplement*. No.19, 101 - 109. Germany.
- Scifres, C.J. 1980. *Brush Management*. Texas A&M University Press. United States of America. 360 p.
- Shlyachkova, A.A. 1990. Mathematical model for calculating the regimes of the use of pastures. *Rasttittel'nye resursy (Russian Federation)* V. 26 (4) p. 473 - 480. Rusia.
- Smirnov, V.P. 1990. Mathematical modelling and calculation of basic operational parameters of combine harvesters. *Moscow Agricultural Academy*. 24 - 28. Moscow, Russia.
- Springer, C. H., R. Herlihy E. y R. Beggs, I. 1972 a. Métodos Avanzados y Modelos. Serie de Matemáticas para la dirección de negocio. Centro Regional de Ayuda Técnica. México/Buenos Aires. 1-15 p.
-
- 1972 b.
Matemáticas Básicas. Serie de Matemáticas Para La dirección de Negocios. Centro Regional de Ayuda Técnica. México/Buenos Aires. 171-183 p.
- Stein, S.K. 1992. *Cálculo y Geometría Analítica*. Tercera edición Editorial Mc Graw Hill. 69 pp. México.
- Su, N. 1989. A mathematical model describing litterfall dynamics in forest ecosystem. *Scientia - Silvae Sinica* Mar. V. 25 (2) p. 162 - 166.
- Valdés, R., J. 1977. Gramíneas de Coahuila. U.A.A.A.N. Monografía Técnico-Científica 3(4):989-990 p. Saltillo, Coahuila. México.
- Vásquez, R. M. 1981. Determinación de la dieta de caprinos en un matorral desértico micrófilo del Municipio de Ocampo Coahuila, México. Tesis. Licenciatura. Biología, UANE. Saltillo, México. 66 p.

- Vilar, O. M. 1989. Mathematical model for soil erosion. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo*. 13: 3, 381 - 385. Sao Carlos, Brasil.
- Vines, R.A. 1960. *Trees, Shrubs and Woody vines of the Southwest*. University of Texas press. Austin, Texas. 236 p.
- Warren, L.E., D.N. Veckert and Shelton. 1984. Comparative diets of Rambouillet, Barbado and Karakul Sheep and Spanish and Angora goats. *J. Range Management*. 37 (2): 172-180.
- Watkins, W. 1943. Composition of range grasses and browse at varying stages of maturity, New México. *Agr. Exp. Sta. Bull.* 311-343 p.
- Wei, Q. and H. Shu. 1990. A study on mathematical model of comprehensive technical system an apple cultivation with high yield and quality. *Journal of Shandong Agricultural University*. Sept. V 21 (3) p. 9 - 17. China.
- Welp, G.; G.W. Brummer and G. Rave. 1991. Dose response curves: their use in soil microbiological research and possibilities of their evaluation. *Zeitschrift für Pflanzenernährung - und - Bodenkunde*. 154:3, 159 - 168. Germany.
- Wimmer, R. 1991. Relations between wood structure and wood properties in Scots pine (*Pinus sylvestris*) in the vicinity of a source emitting fluorine. *Dissextation in der - Universität - - Bodenkultur - in - wien*. no.37, 227pp. Germany.
- Wu, L. and D. Li. 1989. Mathematical model of agronomic measure in peanut under film - covered condition. *Journal of Hebei Agricultural University*. Jan. V. 12 (1). p 159 - 162. China.
- Yao, S. and X. Zu. 1991. Mathematical model of yield of soybean 86 - 6242 relating to density of crop sowing season, amount of fertilizer applied. *Journal of Guizhou Agricultural Sciences*. Dec. No. 6. p 1 - 5. China.
- Zagnitko, Kh.A. 1990. Predicting the combining ability of inbred *Zea - Tripsacum* maize lines using the topcross method. *Sovre mennye metody issledovani V agronomii*.

85 - 89. Bainavl, Russia.

Zhang, J.; K. Zhang and F. Xu. 1991. A study on optimization mathematical model of agronomic measures for good quality and high yield of winter wheat. Agricultural Research in the Arid Areas. Apr. No.2 p. 22 - 31. China.

Zhu, B.; X. Wang and S. Duan. 1992. Preliminary study on mathematical model of the optimum agronomic practices for relay - intercropping of barley and corn. Acta Agriculturae Shanghai. Nov. V 8 (4). p 34 - 37. China.

85 - 89. Bainavl, Russia.

Zhang, J.; K. Zhang and F. Xu. 1991. A study on optimization mathematical model of agronomic measures for good quality and high yield of winter wheat. Agricultural Research in the Arid Areas. Apr. No.2 p. 22 - 31. China.

Zhu, B.; X. Wang and S. Duan. 1992. Preliminary study on mathematical model of the optimum agronomic practices for relay - intercropping of barley and corn. Acta Agriculturae Shanghai. Nov. V 8 (4). p 34 - 37. China.