

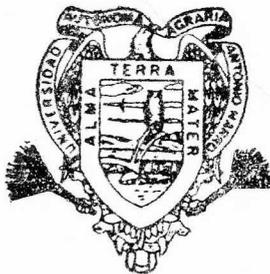
ANALISIS PRODUCTIVO
FORRAJERO DE MARIOLA
(Parthenium incanum H.B.K.)
UN ENFOQUE AUTOECOLOGICO

J. SANTOS SIERRA TRISTAN

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.

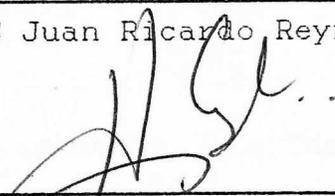
OCTUBRE DE 1990

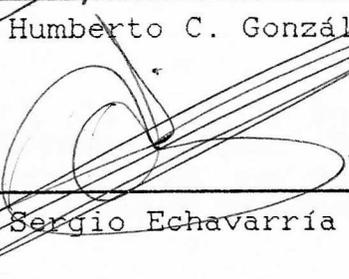
Tesis elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar al grado de

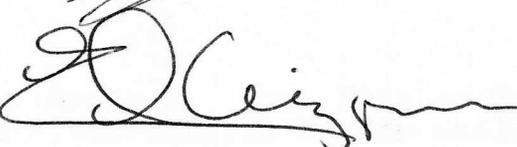
MAESTRO EN CIENCIAS ESPECIALIDAD
DE MANEJO DE PASTIZALES

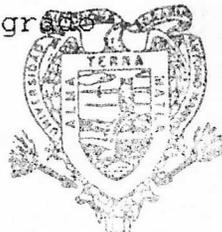
COMITE PARTICULAR

Asesor principal: 
Ing. MS Juan Ricardo Reynaga Valdés

Asesor: 
Ing. MS Humberto C. González Morales

Asesor: 
Ph. D. Sergio Echavarría Morales


Ph. D. Eduardo Aizpuru García
Subdirector de Asuntos de Postgrado



BIBLIOTECA
ECONOMICO AGRARIO
BANCO DE TESIS
U.A.A.N.

Buenavista, Saltillo, Coahuila
Octubre 1990

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) por el respaldo concedido para realizar mis estudios.

Al consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo financiero otorgado como becario.

A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" por el financiamiento del proyecto de investigación y por lo aprendido en sus aulas.

Al personal del Campo Experimental La Campana por su apoyo y facilidades.

Mi agradecimiento al Comité de Asesoría integrado por los ingenieros J. Ricardo Reynaga Valdés, Humberto González Morales y Dr. Sergio Echavarría M. por su guía, apoyo y sugerencias durante el desarrollo y conclusión del presente trabajo.

Agradezco especialmente al Ing. Esteban Gutiérrez Ronquillo su asistencia en el desarrollo de los análisis estadísticos y en todo el proceso de edición del presente documento.

A la señora Silvia Matus por la ayuda en el mecanografiado de este trabajo.

A mis compañeros de generación Carlos Alcalá Galván, Luis Pérez Romero y Guillermo Stridells Bucareli por la motivación durante el desarrollo del presente trabajo.

DEDICATORIA

A mis tíos

Refugio Gutiérrez Sánchez y Tomasa Guell Galván

por su entrega y sacrificio.

A mi esposa e hijas.

Martha, Marcela y Ana Cecilia

Por el tiempo no compartido, con cariño.

COMPENDIO

Análisis Productivo Forrajero de Mariola
(*Parthenium incanum* H.B.K.) un Enfoque Autoecológico.

por

J. SANTOS SIERRA TRISTAN

MAESTRO EN CIENCIAS

MANEJO DE PASTIZALES

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. OCTUBRE 1990.

Ing. M.S. Juan R. Reynaga Valdés. -Asesor-

Palabras clave: (*Parthenium incanum*), mariola, "isla de la fertilidad", banco de semillas, matorral desértico.

En el presente estudio se compararon los modelos de regresión lineal, exponencial y alométrico ($y=a+bx$, $y=ae^{bx}$, $y=ax^b$), para seleccionar al mejor modelo que predijera los componentes de fitomasa aérea de mariola (*Parthenium incanum*) en dos sitios; los componentes considerados fueron: tallos vivos, tallos muertos, total de tallos, hojas, flores y fitomasa total. Su estimación se realizó mediante la técnica del análisis dimensional, las variables

independientes consideradas fueron altura cobertura y volumen, esta última utilizando la figura de un cono invertido. La estimación se realizó para tres períodos fenológicos: crecimiento, floración y latencia. Se estimó la disponibilidad de hojas entre períodos. Los criterios para seleccionar a los modelos fueron sus R^2 , estimadores de variación, gráfica de residuales y análisis de residuales.

En el sitio NOG se analizó la "isla de fertilidad" formada por mariola tanto en su fertilidad como en su salinidad, en su sentido vertical y horizontal. En el sitio LAN se estimó la reserva de semillas de mariola en suelo bajo plantas progenitoras, en tres posiciones: bajo copa, borde de copa y fuera de copa hasta una vez su radio. En cada posición se consideraron cinco estratos: superficial, 0-1 cm, 1-2 cm, 2-5 cm y 5-10 cm. Las semillas encontradas fueron germinadas bajo condiciones controladas.

El modelo alométrico predijo las mejores relaciones entre componentes de fitomasa y dimensiones de la planta; la variable cobertura dio el mejor ajuste. Los modelos presentaron falta de ajuste para tallos muertos y flores. La producción de hojas fue estadísticamente mayor ($p < .05$) para crecimiento, seguida de floración y al último latencia, obteniéndose para el sitio LAN 565, 268 y 117 kg/ha. respectivamente. La "isla de fertilidad" presentó un horizonte Ah1, ausente en las áreas desnudas y un Ah2. El Ah1 presentó mayor concentración ($p < .05$) de materia

orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, mayor conductividad eléctrica, calcio y bicarbonatos en comparación con el Ah2 de la "isla" y del área desnuda. No hubo diferencia ($p > 0.05$) para pH, magnesio, sodio, carbonatos, cloruros y sulfatos; no presentó problemas de salinidad y/o sodicidad.

Las semillas de mariola se limitaron a los primeros 2 cm de profundidad. Hubo diferencia en densidad ($p < 0.05$) entre posiciones y estratos, con mayor densidad en el estrato superficial y bajo la copa, observándose interacción entre posición y profundidad. Para una planta de volumen promedio se estimó una reserva de 9108 semillas con un 2.6 por ciento de germinación.

ABSTRACT

Forage Yield Analysis in Mariola (*Parthenium incanum* H.B.K.)
an Autoecological approach

By

J. SANTOS SIERRA TRISTAN

MASTER OF SCIENCE

RANGE MANAGEMENT

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. OCTOBER 1990.

Ing. M.S. Juan R. Reynaga Valdés. -Adviser-

Key Words: *Parthenium incanum*, mariola, "fertility island",
seed bank, desert shrubland.

A comparison of linear, exponential and allometric regression models ($y=a+bx$, $y=Ae^{bx}$ and $y=Ax^b$) were evaluated, to select the best prediction model for aerial biomass of mariola (*Parthenium incanum*) at two sites. Biomass was divided into: Green stems, dead stems, total stems, leaves, flowers and total biomass. Dimensional analysis technique was used to quantity the independent

variables height, cover, and volume; for the last parameter a inverted cone was used. Evaluations were done at three phenological stages: Growth, flowering, and dormancy. Leaves disponibility was estimated among stages also. Criteria to select the best models were R^2 , variability estimator, residuals graph and residual analysis.

At the NOG site, fertility and salinity of the mariola "fertility island" was analyzed vertical and horizontal. At the LAN site seed bank was evaluated at three different distances from the plant, at the base of the plant, at the limit of the cannopy and in an open space. In each point, five depths of soil were colected, surface, 0-1 cm, 1-2 cm, 2-5 cm and 5-10 cm. Seeds founded were placed into petri dishes to get germination.

The allometric model best predicted the relationship between biomass and dimension cover. Models did not adjust to dead stems and flowers. The highest ($P < .05$) leaf porduction was during growth, followed by flowering and dormancy. At LAN site, leaf production was 565, 268 and 117 kg/ha for growth, flowering and dormancy respectivelly. The "fertility island" presented a an horizon Ah1 and Ah2, the open area presented Ah2 only. Horizont Ah1 had higher ($P < .05$) concentration of organic matter, N, P, K, Ca, electric conductivity and bicarbonate, compared with horizon Ah2 from the "fertility island" and open area. There was not difference ($P > .05$) in PH, Mg, Na, carbonates, clorides and sulphates. There were not salt

and/or sodium problems.

Mariola seeds were present as depth as 2 cm. There were differences ($P < .05$) among areas and depth. Under the plant and at the surface was a dense seed population. There was interaction between area and depth. A plant has a reserve of 9108 seeds with 2.6 percent germination.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS	xiii
INDICE DE FIGURAS	xvii
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	4
IMPORTANCIA DE MARIOLA EN LA DIETA DEL GANADO	4
ESTIMACION DE LA PRODUCCION DE FITOMASA AEREA EN ARBUSTOS	7
METODO DE CORTE Y PESADO	9
METODO ESTIMATIVO	9
SENSOR DE CAPACITANCIA	14
METODO DE PREDICCION	15
CRECIMIENTO ANUAL DE ANILLOS	16
METODO DE FOTOGRAFIA	17
METODO DE CONTEO DE RENUEVOS	18
ANALISIS DIMENSIONAL	20
ISLA DE FERTILIDAD EN ARBUSTOS	26
BANCO DE SEMILLAS	36
MATERIALES Y METODOS	42
DESCRIPCION GENERAL DEL AREA DE ESTUDIO ..	42
AREA RANCHO "LOS ANGELES"	42
AREA "NORIA DE GUADALUPE"	48
SITIO DE MUESTREO RANCHO "LOS ANGELES"	53
SITIO DE MUESTREO "NORIA DE GUADALUPE"	55
METODOLOGIA	56
PREMUESTREO	56

COSECHA EN PIE DE MARIOLA	57
ANALISIS DE LA "ISLA DE FERTILIDAD"	61
BANCO DE SEMILLAS EN SUELO	63
RESULTADOS	69
COSECHA EN PIE DE MARIOLA	69
PERIODO DE CRECIMIENTO	70
PERIODO DE FLORACION	73
PERIODO DE LATENCIA	76
ANALISIS DE LA "ISLA DE FERTILIDAD"	82
BANCO DE SEMILLAS EN SUELO	89
DISCUSION	95
COSECHA EN PIE DE MARIOLA	95
ANALISIS DE LA "ISLA DE FERTILIDAD"	104
BANCO DE SEMILLAS EN EL SUELO	112
CONCLUSIONES	117
RESUMEN	120
LITERATURA CITADA	123
APENDICE A	134
APENDICE B	148

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
4.1	Atributos de las plantas muestreadas en el área "Los Angeles"	70
4.2	Atributos de las plantas muestreadas en el área "Noria de Guadalupe".	70
4.3	Variable independiente de mejor ajuste en los modelos para los componentes de fitomasa de mariola, en el sitio "Los Angeles" durante el período de crecimiento.	71
4.4	Variable independiente de mejor ajuste en los modelos para los componentes de fitomasa de mariola, en el sitio "Noria de Guadalupe" durante el período de crecimiento.	73
4.5	Variable independiente de mejor ajuste en los modelos para los componentes de fitomasa de mariola, en el sitio "Los Angeles" durante el período de floración.	75
4.6	Variable independiente de mejor ajuste en los modelos para los componentes de fitomasa de mariola, en el sitio "Noria de Guadalupe" durante el período de floración.	76
4.7	Variable independiente de mejor ajuste en los modelos para los componentes de fitomasa de mariola, en el sitio "Los Angeles" durante el período de latencia.	77
4.8	Variable independiente de mejor ajuste en los modelos para los componentes de fitomasa de mariola, en el sitio "Noria de Guadalupe" durante el período de latencia.	79
4.9	Ecuaciones de predicción seleccionadas para estimar los componentes de fitomasa en mariola y coeficientes de correlación de los residuales para el sitio "Los angeles".	80

4.10	Ecuaciones de predicción seleccionadas para estimar los componentes de fitomasa en mariola y coeficientes de correlación de los residuales para el sitio "Noria de Guadalupe".	81
4.11	Intervalo de valores de la variable independiente para las ecuaciones de predicción seleccionadas en los sitios "Los Angeles" y "Noria de Guadalupe".	81
4.12	Producción media de hojas por planta (g) en las diferentes épocas fenológicas usando como covariable volumen.	82
4.13	Proporción hoja:tallo de mariola en peso por período fenológico y por clase de volumen.	82
4.14	Características de los horizontes de la "isla de la fertilidad" formada por mariola en "Noria de Guadalupe".	85
4.15	Análisis de fertilidad de la "isla de fertilidad" producida por mariola en el área "Noria de Guadalupe".	86
4.16	Análisis de salinidad de la "isla de fertilidad" producida por mariola en el área "Noria de Guadalupe".	88
4.17	Distribución de la reserva total de semillas de mariola encontradas en plantas progenitoras para el sitio "Los Angeles"	90
4.18	Reserva de semillas potencialmente fértiles de mariola encontradas en plantas progenitoras para el sitio "Los Angeles"	92
4.19	Semillas de mariola (%) en diferentes posiciones.	94
4.20	Semillas de mariola (%) a diferentes estratos.	94
A.1	Valores de p para variables omitidas con el programa de regresión stepwise para el sitio "Los Angeles" durante el período de crecimiento.	135
A.2	Valores de p para variables omitidas con el programa de regresión stepwise para el sitio "Los Angeles" durante el período de floración.	135

A.3	Valores de p para variables omitidas con el programa de regresión stepwise para el sitio "Los Angeles" durante el período de latencia.	135
A.4	Valores de p para variables omitidas con el programa de regresión stepwise para el sitio "Noria de Guadalupe durante el período de crecimiento.	136
A.5	Valores de p para variables omitidas con el programa de regresión stepwise para el sitio "Noria de Guadalupe durante el período de floración.	136
A.6	Valores de p para variables omitidas con el programa de regresión stepwise para el sitio "Noria de Guadalupe durante el período de latencia.	136
A.7	Análisis de regresión con el modelo alométrico para el sitio "Los Angeles" durante el período de crecimiento.	137
A.8	Análisis de regresión con el modelo alométrico para el sitio "Los Angeles" durante el período de floración.	137
A.9	Análisis de regresión con el modelo alométrico para el sitio "Los Angeles" durante el período de latencia.	138
A.10	Análisis de regresión con el modelo alométrico para el sitio "Noria de Guadalupe" durante el período de crecimiento. .	139
A.11	Análisis de regresión con el modelo alométrico para el sitio "Noria de Guadalupe" durante el período de floración. ...	139
A.12	Análisis de regresión con el modelo alométrico para el sitio "Noria de Guadalupe" durante el período de latencia.	140
A.13	Análisis de regresión para tallos muertos en el sitio "Los Angeles".	141
A.14	Análisis de regresión para tallos muertos en el sitio "Noria de Guadalupe". ..	141
A.15	Análisis de regresión para flores en los sitios "Los Angeles" y "Noria de Guadalupe".	142

A.16	Análisis de residuales para tallós muertos con las mejores variables en los sitios "Los Angeles" y "Noria de Guadalupe", indicando falta de ajuste.	142
A.17	Análisis de residuales para flores en los sitios "Los Angeles" y "Noria de Guadalupe" y de hojas en "Noria de "Guadalupe".	144
A.18	Análisis de covarianza para producción de hojas de mariola en el sitio "Los Angeles", teniendo como covariable el volumen de la planta.	144
A.19	Análisis de covarianza para producción de hojas de mariola en el sitio "Noria de Guadalupe teniendo como covariable el volumen de la planta.	145
A.20	Análisis de varianza para fertilidad de la "isla de fertilidad" en plantas de mariola para el sitio "Noria de Guadalupe.	145
A.21	Análisis de varianza para salinidad de la "isla de fertilidad" en plantas de mariola para el sitio "Noria de Guadalupe.	146
A.22	Análisis de varianza para semillas totales de mariola encontradas en su banco de semillas en el sitio "Los Angeles"...	147
A.23	Análisis de varianza para semillas potencialmente fértiles de mariola encontradas en su banco de semillas en el sitio "Los Angeles".	147

INDICE DE FIGURAS

Figura		página
3.1	Localización geográfica del rancho "Los Angeles" (LAN).	43
3.2	Localización geográfica de "Noria de Guadalupe".	49
3.3	Curvas de los modelos exponencial y - alométrico.	59
3.4	Posición de toma de muestras de suelo para estimar el banco de semillas de mariola.	65
4.1	Horizontes de "la isla de fertilidad" en mariola para el sitio "Noria de Guadalupe".	83
4.2	Banco de semillas de mariola bajo plantas progenitoras.	93
5.1	Esquema de la formación de una "isla de fertilidad" bajo arbustivas desérticas..	111
A.1	Polígono de frecuencias de cobertura para el sitio "Los Angeles" durante el período de crecimiento.	149
A.2	Polígono de frecuencias de cobertura para el sitio "Los Angeles" durante el período de floración.	150
A.3	Polígono de frecuencias de cobertura para el sitio "Los Angeles" durante el período de latencia.	151
A.4	Representación de residuales para tallos muertos vs volumen, con el modelo lineal para el sitio "Los Angeles" durante el período de floración.	152
A.5	Representación de residuales para tallos muertos vs cobertura, con el modelo lineal para el sitio "Los Angeles" durante el período de floración.	153
A.6	Representación de residuales para tallos muertos vs volumen, con el modelo lineal para el sitio "Noria de Guadalupe" durante el período de floración.	154

A.7	Representación de residuales para tallos muertos vs volumen, con el modelo lineal para el sitio "Noria de Guadalupe" durante el período de latencia.	155
A.8	Representación de residuales para flores vs cobertura, con el modelo lineal para el sitio "Noria de Guadalupe" durante el período de floración.	156
A.9	Representación de residuales para tallos muertos vs volumen, con el modelo exponencial para el sitio "Los Angeles" durante el período de latencia.	157
A.10	Representación de residuales para tallos muertos vs cobertura, con el modelo alométrico para el sitio "Los Angeles" durante el período de floración.	158

INTRODUCCION

La mañiola (*Parthenium incanum*) es una de las especies vegetales de mas amplia distribución en el Desierto Chihuahuense, esta especie es un arbusto de la familia de las compuestas que mide de 0.3 a 1.5 m de altura (Correll y Johnston, 1970). Se le encuentra asociada principalmente en la comunidad de *Larrea-Flourensia-Acacia* que ocupa un área aproximada de 10 millones de hectáreas (González, 1972), también se le encuentra en una buena porción del Desierto Sonorense (Kearney y Peebles, 1960). Para México, Rzedowski (1978) la distribuye en la Provincia Florística de la Altiplanicie, refiriéndola como un elemento característico de esta Provincia, la cual abarca porciones de 13 estados del norte-centro de la república mexicana. Esta especie representa una importante fuente de forraje debido a que contribuye de manera significativa en la dieta de bovinos, ovinos y caprinos que apacentan en estas áreas desérticas (Márquez *et al.*, 1984; González, 1986 y Villalobos *et al.*, 1984); además presenta un buen valor nutricional para el ganado (Máynez *et al.*, 1984).

Desde el punto de vista del manejo de pastizales las especies arbustivas forrajeras han sido subestimadas como fuente de forraje en comparación con las gramíneas (zacates) y ésto ha obedecido según Peña (1980) a tres

factores importantes: 1) la alta preferencia del ganado bovino por gramíneas; 2) la dificultad que presenta la estructura arquitectónica de los arbustos para ser medida; 3) la forma en que las diferentes especies de arbustivas son ramoneadas por las diferentes especies de herbívoros y se podría agregar 4) ausencia de conocimiento de la dieta del ganado en las principales asociaciones de matorral y 5) la carencia de técnicas específicas que sean confiables y de fácil realización para determinar la producción de nuestras arbustivas desérticas. Por otra parte la producción o productividad de una especie está determinada por las características genéticas propias de la especie y por la influencia que el ambiente ejerce sobre ellas. Estas relaciones entre especie y ambiente constituyen la autoecología de la especie, y dentro de los aspectos autoecológicos mas relacionados a la producción de follaje se puede considerar la historia de su desarrollo y su ciclo de nutrientes.

Al buscar información referente a las cualidades productivas de mariola y que factores ecológicos la determinan, el resultado fué escaso, la información existente se refiere a otras características de mariola; por lo que dada la falta de información sobre la capacidad productiva de forraje por mariola, su capacidad de reproducción y su reincorporación de nutrientes al suelo, motivó la realización del presente trabajo con los siguientes objetivos:

1. Establecer las mejores ecuaciones de predicción para valorar que cantidad de forraje aporta mariola durante los períodos fenológicos de crecimiento, floración y letargo a través del análisis dimensional para dos sitios.

A: Se puede obtener una ecuación de predicción

A: Existe diferencia en la aportación de forraje en cada período.

2. Cuantificar la fertilidad y salinidad en el suelo bajo la cobertura de mariola, en su periferia y hasta una vez su radio fuera de su copa.

A: Existe mayor fertilidad bajo la copa.

3. Determinar el banco de semilla de mariola en el suelo, en un gradiente vertical y horizontal, tomando como inicio la base de la planta.

A: Se presentan diferencias en los gradientes a medida que se aleja de su base y se profundiza.

REVISION DE LITERATURA

La bibliografía sobre las características autoecológicas de mariola es muy escasa. Hammond y Polhamus (1979) demuestran que existe hibridación natural entre mariola y guayule (*Parthenium argentatum*) en áreas donde ambas especies crecen juntas; por su parte Bloss (1979) descubrió la asociación de mariola con micorrizas, identificando al hongo *Glomus fasciculatus*, mientras que Cheo y Beaupre (1981) al evaluar la resistencia de varias especies del género *Parthenium* al virus *Verticillium dahliae* observaron que mariola fue resistente a ocho cepas del mencionado virus, pero no se descartó la posibilidad que pudiera ser susceptible a otras cepas del virus. Las referencias anteriores han estado enfocadas hacia la búsqueda de nuevo material genético para mejorar la producción de hule en plantas de guayule.

Importancia de Mariola en la Dieta del Ganado

Recientemente se han realizado varios trabajos de investigación tendientes a determinar la composición botánica de la dieta para diferentes especies de ganado en áreas de pastizal; en estas dietas se pudo apreciar la

importancia que representa mariola en los matorrales desérticos del norte de México. Márquez *et al.*, (1984) al trabajar con bovinos fistulados esofágicamente en una comunidad de vegetación *Larrea-Flourensia* en el Estado de Chihuahua y utilizando la técnica microhistológica para la determinación de la dieta (Cavender y Hansen, 1970) encontraron que mariola representaba un 8, 22, 22 y 17 por ciento de la dieta para los períodos de crecimiento, floración, madurez y latencia respectivamente, por su parte Villalobos *et al.*, (1984) utilizando las mismas técnicas anteriormente descritas y trabajando en la misma área, determinaron la dieta de caprinos, encontrando que mariola contribuía con valores de 17, 12, 15 y 26 por ciento de dieta para los períodos de crecimiento, floración, madurez y latencia respectivamente, siendo la segunda especie mas consumida y presentando los valores mas consistentes en los índices de preferencia. Así mismo, Ruiz (1981) y Vázquez (1981) al determinar la dieta en caprinos en una área del matorral micrófilo en el noroeste del Estado de Coahuila utilizando heces y la técnica microhistológica encontraron que de un 15 a 82 por ciento de la dieta estaba constituida por mariola, siendo fluctuantes sus porcentajes entre épocas del año y entre años; sin embargo, su importancia se manifestó durante el período seco, donde fue casi la única especie consumida. González (1982) al determinar la dieta de caprinos en un matorral desértico *Larrea-Flourensia* localizado en Noria de Guadalupe en el noreste

del estado de Zacatecas, mediante la colección de heces y utilizando la técnica microhistológica, encontró que mariola representaba cinco por ciento de la dieta tanto en la época húmeda como en la época seca, siendo del segundo grupo de especies importantes en la dieta. Por su parte González (1986) al trabajar con ovinos fistulados esofágicamente en un área de matorral inerme parvifolio en el estado de Chihuahua y utilizando la técnica microhistológica encontró que mariola presentaba valores de 31, 6.5 y 1.2 por ciento del total de la dieta para los períodos de crecimiento, floración y madurez respectivamente, siendo la segunda especie en importancia; a diferencia de lo ocurrido con los caprinos, los ovinos tienen mayor preferencia por mariola durante el crecimiento. Con respecto al valor nutricional de mariola Maynez *et al.*, (1984) tomaron muestras mensuales de mariola durante un año en un tipo de vegetación de matorral desértico del estado de Chihuahua simulando el ramoneo por animales domésticos, los resultados para proteína cruda dieron valores de 11.7 a 15.8 por ciento durante la latencia o época seca, mientras que en la época verde el rango fue de 13.6 a 20.3 por ciento. La fibra neutro detergente fue de 36.5 a 45.6 por ciento para la época seca y de 42.8 a 49.0 por ciento para la época verde; con respecto a la fibra ácido detergente esta fue de 27.6 a 35.7 por ciento en la época seca y de 31.8 a 39.8 en la época verde. La digestibilidad *in vitro* de la materia

orgánica presentó rangos de 43.5 a 61.5 por ciento para la época seca y de 38.5 a 62 por ciento para la verde. Por último el contenido de fósforo fue de 0.09 a 0.15 por ciento para la época seca y de 0.09 a 0.21 en la verde. Por su parte Tena *et al.*, (1984) dan valores de proteína cruda en mariola de 19.7, 16.7, 11.3 y 6.6 por ciento para los períodos de crecimiento, floración, madurez y latencia respectivamente; habiéndose tomado las muestras únicamente en cada etapa fenológica. Los promedios de proteína cruda para la época verde coinciden entre estos dos últimos estudios (17 a 18 por ciento), no así para la época seca, donde Maynez *et al.*, (1984) dan un promedio de 14 por ciento mientras que Tena *et al.*, (1984) lo reducen a 9 por ciento.

Estimación de la Producción de Fitomasa Aérea en Arbustos

Los conceptos que se utilizarán en el presente escrito sobre producción y Fitomasa aérea son como sigue:

Producción.- Se define como la cantidad de materia incorporada a un organismo vivo en un momento dado durante un intervalo de tiempo (Barbour *et al.*, 1980) y el único método de campo para estimarla es el método de cosecha.

Fitomasa aérea.- Es sinónimo de cosecha en pie y se refiere a la cantidad total de material vegetal (incluyendo aquellas partes muertas que están unidas a la

planta, no así las postradas y desunidas sobre el suelo), que se encuentra arriba de la superficie del suelo, en una unidad dada, en un tiempo dado (Range Inventory Standardization Committee RISC, 1983).

La producción puede ser usada para estimar la cantidad de ramoneo disponible o bien la cantidad de combustible existente al realizar quemas programadas (Rittenhouse y Sneva, 1977). Al estimar la producción en arbustos se presentan problemas que no ocurren en la vegetación herbácea; Pieper (1978) señala como dificultades el que las arbustivas presenten un tipo de crecimiento indeterminado, las ramas nuevas originadas de las yemas axilares son difíciles de diferenciar de las ramas viejas, así como en aquellos arbustos perennifolios, en ocasiones los meristemas terminales reanudan su crecimiento en la primavera, después del letargo invernal, por lo que se dificulta distinguir los nuevos rebrotes de los viejos. García (1987) hace una buena discusión de los métodos para medir producción en arbustivas, señalando sus ventajas, así como sus limitantes. Sin embargo en el presente escrito se hará una breve descripción, siguiendo el criterio de Bowns (1978), el cual agrupa los métodos en: 1) método de corte y pesado, 2) método estimativo de peso, 3) método de sensor de capacitancia, 4) método de predicción, 5) método de crecimiento anual de los anillos, 6) método de fotografía, 7) método de medición de renuevos, 8) método del análisis dimensional.

1) Método de Corte y Pesado

El método de corte tiene la ventaja de obtener una medición real del follaje producida en el área al momento del corte. Este tipo de muestreo se adapta mejor a vegetación uniforme como lo es un zacatal sembrado y en áreas pequeñas, donde se requiere gran exactitud. Por otra parte, las principales desventajas son: 1) Es un método lento y antieconómico, ya que se requiere de un gran número de cortes para obtener un tamaño de muestra apropiado en áreas irregulares en vegetación y extensas. 2) Por otra parte, el corte en sí afecta a la planta y 3) El corte en los arbustos es muy lento y por lo tanto impráctico (Bowns, 1978). Springfield (1974) al estimar la producción y utilización de especies de *Atriplex* reconoció que el método más exacto para determinar la producción en arbustos es el de corte y pesado; sin embargo, también hace notar que este método es costoso, consume mucho tiempo y afecta la fisiología de la planta.

2) Método Estimativo

El método estimativo fue establecido por Pechanec y Pickford (1937) como una técnica no destructiva, de fácil y rápida aplicación para obtener la producción de forraje con el uso de cuadrantes; este método requiere un período de entrenamiento adecuado para mejorar la exactitud, durante este período se hacen estimaciones de peso procurando definir claramente unidades de 10, 20, 50 y 100 gr y posteriormente se cortan las unidades estimadas para hacer

comparaciones. Una vez alcanzado el entrenamiento apropiado se estima la producción en todas las unidades, cortándose y presentándose una porción de ellas, las cuales son usadas para ajustar los valores por técnicas de regresión. Harniss y Murray (1976) al estimar la producción de forraje en *Artemisia tridentata* observaron que los pesos del arbusto se estiman con mas baja correlación que los pesos para hierbas y zacates. Estos autores encontraron que la consistencia en la estimación visual del peso de hojas en *Artemisia* varió en gran medida entre individuos; así mismo, el tiempo que toma el corte de las hojas, por lo que el doble muestreo no se puede utilizar sino únicamente la estimación visual. Por otra parte, sin la corrección con el uso de regresión, las estimaciones visuales están sujetas a una desviación personal de magnitud desconocida; en este trabajo los autores tuvieron que recurrir a medidas dimensionales para predecir la cantidad de hojas, con lo que se redujo significativamente las desviaciones.

Andrew *et al.*, (1979) modificaron el método descrito por Pechanec y Pickford (1937) para ser adaptado en arbustivas, a esta modificación le llamaron sus autores técnica "Adelaide" o de "la unidad de referencia", la que consiste en seleccionar una unidad de referencia, esta unidad es una rama de la especie arbustiva a ser medida que sea típica del hábitat dominante en cuanto a la forma y densidad de hojas; esta unidad generalmente representa entre el 10 y 20 por ciento del follaje del arbusto, al

cual se le hace un ajuste inicial sacudiéndola para desalojar las hojas flojas. Una vez seleccionada la "unidad", cada arbusto es medido por el número de unidades contenidas en el (tres, cuatro, etc.). Para mejorar la estimación ésta debe hacerse alrededor del arbusto objeto de muestra, así mismo el operador debe tener cuidado que la "unidad" no cambie en tamaño o apariencia durante el uso. En caso de que ésta sea dañada es necesario reemplazarla aunque según la experiencia de los autores una "unidad" dura un día de muestreo.

Una vez hecha la estimación, el número de unidades equivalente son convertidas a valores de follaje (gr de peso seco) por medio de una curva de calibración. Para construir la curva de calibración se selecciona un número de arbustos completos, a los cuales se les calcula sus "unidades equivalentes" según la "unidad de referencia" utilizada en el muestreo diario, lo cual se recomienda hacer al inicio y al final del período de muestreo. Al final del período de estimación los arbustos de calibración son cosechados desalojándole su forraje, secándolos y pesándolos construyéndose la curva; ésta se describe como una ecuación de regresión al origen. Una de sus ventajas es que permite acumular datos para muchos arbustos y que pueden ser convertidos directamente a valores de forraje.

Los valores obtenidos por estos autores al probar la técnica en arbustos medianos de Australia, *Atriplex vesicaria* y *Maireana sedifolia*, con datos recabados en

varias épocas y en un periodo de tres años, muestreándose mañana y tarde en periodos de cuatro días; se encontró una alta consistencia entre las lecturas matutinas y vespertinas, aunque se observó un ligero aumento (no significativo) durante la tarde, lo cual refleja un daño ligero que es inevitable a la unidad de referencia, esta diferencia fue menor a un cuatro por ciento en ambas especies. También Andrew *et al.*, (1979) al buscar que tan dependiente es la curva de calibración en la selección de los arbustos de calibración y que tan exacta puede ser la ecuación de conversión al predecir el forraje en arbustos apacentados, tan marcadamente diferentes a aquellos seleccionados para la calibración, encontraron que la selección de los arbustos de calibración no afecta significativamente las relaciones de conversión. Con respecto a la exactitud de la estimación en arbustos con diferente intensidad de apacentamiento los autores realizaron un experimento riguroso donde se tenía un grupo de arbustos de calibración, otro con apacentamiento severo y un último sin apacentamiento después de haber sido utilizado severamente, concluyendo que la ecuación de predicción basada en arbustos de calibración sin apacentamiento es exacta cuando se usa para calcular el forraje tanto en arbustos de las especies mencionadas apacentados como excluidas.

Según Andrew *et al.*, (1979) esta técnica presenta las bondades de una marcada rapidez en su ejecución y por

consiguiente una reducción en sus costos; puesto que toma aproximadamente de 2 a 3 minutos seleccionar la unidad de referencia, menos de 5 minutos estimar los arbustos de calibración y cerca de 20 segundos estimar las unidades en un arbusto típico sin contar tiempo de localización. El cosechar un arbusto de calibración toma alrededor de 5 minutos y 20 en desalojarlo de su follaje. Lo que mas tiempo consume es obtener los pesos reales de los arbustos de calibración, por lo que puede decirse que es una técnica rápida y simple en el campo y que no requiere de equipo costoso.

Años mas tarde Andrew *et al.*, (1981) compararon su técnica Adelaide con la del análisis dimensional y el sensor de capacitancia en especies Chenopodiaceas, comparándolas según el criterio estadístico y operacional. Los resultados indicaron que la técnica Adelaide fue la mas consistente con la menor variación para las especies *Atriplex vesicaria* y *Maireana sedifolia* durante la época seca y en arbustos excluidos. Los otros dos métodos se comportaron bien solo en *Atriplex* aunque con algunos problemas, dado que el sensor de capacitancia es sensible al contenido de agua, por lo que se reduce su rango de medición en el período de latencia de los arbustos. Con el análisis dimensional se observó mucha variación, obteniéndose el mejor valor de correlación con la relación peso: cobertura con un 81.3 por ciento, concluyéndose que no se pueden recomendar funciones simples para su uso

generalizado. En la discusión del artículo mencionado (Andrew *et al.*, 1981) se establece que las regresiones de la unidad de referencia fueron las mas precisas, mientras que los otros dos fueron los menos precisos para estimar la producción de *Maireana*, siendo mas inexacta el análisis dimensional; mientras que el sensor de capacitancia tuvo que ser retirado en muchas ocasiones dado que no fue diseñado para estimar producción de follaje en arbustivas y en las que no se debe recomendar su uso. Concluyéndose que la técnica Adelaide es un método exacto, práctico y simple para la medición del forraje en las arbustivas muestreadas. Cabral y West (1986) compararon la eficiencia de la técnica de la unidad de referencia, contra la técnica del corte y pesado en un arbusto de porte pequeño (*Ceratoides lanata*) en plantas de diferente altura e historial de uso, encontrando que la técnica de la unidad de referencia fue precisa, exacta y eficiente en la predicción del follaje aunque las formas y tamaños de los arbustos diferían enormemente. Esta adecuada predicción probablemente sea debido a que la mente y los ojos pueden compensar mejor las variaciones en la densidad de hojas y ramas. Por el contrario los autores mencionan como la principal desventaja de esta técnica; la fatiga mental originada por la necesidad de una gran concentración.

3) Sensor de capacitancia

El sensor de capacitancia fue usado por primera vez para estimar el peso de herbáceas por Fletcher y Robinson

(1956), su principio se base en que los tejidos vegetales tienen una constante dieléctrica alta mientras que en el aire es baja. Así por medio de la constante dieléctrica, la cantidad de follaje puede ser estimado con la ayuda de técnicas de regresión.

Meredith *et al.*, (1976) evaluó el sensor en un área con arbustos de baja altura, donde estimó el follaje total del área. De sus resultados se concluyó que la materia seca del follaje, especialmente las hojas de herbáceas y la de los tallos suculentos de los zacates y herbáceas pueden ser muy eficientemente estimados por este método. Pero por otra parte al estimar el material leñoso y el material muerto de los arbustos, los resultados fueron muy variables por lo que se concluyó impráctico muestrear estos arbustos. Andrew *et al.*, (1981) observaron resultados similares con los arbustos *Atriplex vesicaria* y *Maireana sedifolia* en Australia.

Carpenter *et al.*, (1973) al probar el sensor en una comunidad *Artemisia tridentata-Chrysothamnus viscidiflorus* observaron que al excluir los tallos leñosos se mejoraba la estimación debido a que los tallos presentaban poco valor de capacitancia en relación al material herbáceo y debido a que la proporción de tallos era muy variable y además esto sólo podía ser aplicado en arbustos de alrededor de 50 cm de altura.

4) Método de Predicción

Dado que la humedad es uno de los principales

factores que limitan la producción en los pastizales semiáridos se ha tratado de establecer una correlación con precipitación. Sneva y Hyder (1962) mencionan al respecto que se han encontrado altas correlaciones para algunos sitios con la precipitación anual, mientras que en otros la estacional es mas efectiva, por otra parte también se han obtenido correlaciones pobres especialmente cuando hay diferencias de cobertura; concluyendo que el uso de la precipitación como un índice de la producción de forraje requiere una aplicación muy cuidadosa; donde es necesario disponer de datos de varios años con un amplio rango de comportamiento, así como la combinación que se presente entre algunos meses y de esta forma buscar aquellos datos que estén mas correlacionados, dificultándose todo lo anterior en áreas que carecen de datos climáticos.

5) Crecimiento Anual de Anillos

McGinnes (1967) al hacer un análisis de la correlación que existe entre precipitación y producción de follaje llega a la conclusión de que ésta varía desde buena hasta muy pobre, él plantea correlacionar el crecimiento anual de los anillos con la producción auxiliándose de técnicas de regresión. Sus resultados variaron de buenos a pobres. Obtuvo coeficientes de correlación significativamente positivos en 10 de 31 plantas leñosas en once localidades del oeste de los Estados Unidos; concluyendo que la estimación de producción en arbustivas mediante la medición del ancho de sus anillos es factible,

no obstante es necesario una mayor investigación.

Davis *et al.*, (1972) estimaron la producción de follaje en arbustos del estado de Nevada, correlacionándola con 60 variables de factores florísticos y del suelo; muchos de estos factores tuvieron correlaciones positivas, pero la anchura de los anillos explicaron la mayoría de la variación en la producción; por lo tanto, la anchura de los anillos en *Artemisia tridentata*, *A. spinescens*, *Atriplex confertifolia*, *Eurotia lanata* y *Grayia spinosa* fueron utilizados para construir ecuaciones de predicción. Por otra parte, en Chenopodiaceas el crecimiento en sus anillos no siempre representa el incremento anual de la planta. Por último esta técnica destructiva sería útil para conocer la producción presentada en el pasado.

6) Método de Fotografía

Springfield (1974) utilizó una fotografía cuadrículada para medir producción y utilización en varias especies de *Atriplex*. La técnica consiste en un fondo cuadrículado de aproximadamente un metro de alto, con cuadrículas de una pulgada. Así al fotografiar el arbusto con el fondo cuadrículado se estima la producción mediante análisis de correlación, tomándose como variable independiente el número de cuadros oscurecidos total o parcialmente por el arbusto, posteriormente se corta y se establece la ecuación de predicción. A esta técnica se le ve como desventaja que solo puede ser usada en arbustos pequeños y aislados, además los resultados no se obtienen

inmediatamente sino hasta que la fotografía sea revelada.

7) Método de Conteo de Renuevos

En el noroeste de los Estados Unidos Shafer (1963) desarrolló un método simple para determinar producción en arbustos. Su método llamado de conteo de renuevos involucra la determinación del peso medio de los renuevos de todas las especies arbustivas en el área, una vez obtenido este promedio se selecciona una parcela donde se cuenta el número de renuevos y se multiplica por su peso promedio para los cálculos de producción. Al comparar este método con el estimativo y el de corte y pesado, se obtuvo que el conteo de renuevos presentaba menos desviación que el cortado y pesado, pero más que el estimativo, pero sus valores medios estuvieron más cercanos al de cortado y pesado que los estimados.

Schuster (1965) estudió la relación entre el peso y la longitud de renuevo, número de renuevos y diámetro del tallo principal, en seis especies del sur de Texas. Encontró que combinando la longitud de los rebrotes con el número de rebrotes daba mejores resultados que usando una sola variable.

Al transformar los valores de número y longitud de los rebrotes a una ecuación cuadrática no mejoraron significativamente las estimaciones e indicó que las correlaciones fueron lineales. Los análisis de covarianza mostraron que las pendientes de las líneas de regresión fueron diferentes para cada especie, por lo que no se puede

usar una ecuación común para todas las especies.

Basile y Hutchings (1966) encontraron altas correlaciones entre diámetro de renuevos, su longitud y su peso al estimar forraje ramoneable en *Purshia tridentata*, encontrando las siguientes ecuaciones generales:

$$\text{Longitud} = -1.26 + 89.83 (\text{diámetro}) \quad r^2 = 0.72$$

$$\text{Peso} = -0.26 + 7.27 (\text{diámetro}) \quad r^2 = 0.89$$

Las ecuaciones presentaron ligeras variaciones para diferentes ubicaciones dentro de un mismo sitio, observando ligeras modificaciones sus ecuaciones de predicción. Otros investigadores han usado estas mismas relaciones para estimar utilización en arbustivas ramoneables. Ferguson y Marsden (1977) al trabajar con *Purshia tridentata* obtuvieron mayores valores de correlación para la relación peso-diámetro de renuevos con valores de 0.79 a 0.86 que para la relación longitud-diámetro (0.56 a 0.65). Provenza y Urness (1981) al evaluar la relación peso: diámetro-longitud de ramas de *Coleogyne ramosissima*, encontraron que las ecuaciones de regresión que proveyeron las mejores descripciones de los datos, fueron en general: 1) Logaritmo natural de la longitud = $B_0 + B_1$ (logaritmo natural del diámetro. 2) Logaritmo natural del peso = $B_0 + B_1$ (logaritmo natural del diámetro). B_0 y B_1 son las constantes para la especie.

La variación en las relaciones diámetro-longitud-peso entre áreas de *Coleogyne* variando en tamaño y formas de crecimiento, sugieren que estas ecuaciones pueden

aplicarse a otras áreas geográficas donde esta especie ocurra.

Mahgoub *et al.*, (1988) al determinar las relaciones longitud:peso y diámetro:peso de los renuevos de *Cercocarpus brevifolius* en Nuevo México, encontraron que estas relaciones fueron lineales, explicándose mas del 80 por ciento de la variación en el peso del renuevo, siendo mayor la correlación peso-diámetro que peso-longitud, pero una combinación de longitud con diámetro de renuevo dió los mas altos valores de índice de correlación con 88 por ciento.

Alguna de las desventajas del método consiste en la dificultad de contabilizar los renuevos, por ejemplo aquellos omitidos cuando han sido consumidas en su totalidad con lo que se produce un sesgo; pero esto solo ocurrirá en áreas fuertemente utilizadas; sin embargo, en arbustivas con gran producción de renuevos si sería un problema su contabilidad.

8) Análisis Dimensional

Esta técnica es uno de los métodos mas exactos, rápidos y fáciles de utilizar (Ludwing *et al.*, 1975). El análisis dimensional es un método donde se emplean técnicas de regresión para relacionar dimensiones de las plantas (que sean fácilmente medibles) con su fitomasa aérea y de esta manera establecer ecuaciones de predicción para las posteriores estimaciones ya sin destruir las unidades de muestreo (Rutherford, 1979). Los parámetros

consistentemente mas correlacionados con la producción de fitomasa aérea o sus componentes (hojas, tallos, etc.) han sido cobertura aérea, altura y volumen; este último calculado según la forma geométrica que mas se asemeje a la especie en cuestion (Ludwing *et al.*, 1975).

En algunos casos una simple medición es suficiente para obtener un buen predictor. Medin (1960) encontró una correlación significativa entre el diámetro de la corona y la fitomasa aérea al estimar la producción en *Cercocarpus montanus*. La relación fue logarítmica siendo su ecuación de predicción.

$$\ln y = 1.249 + 1.656 \ln X$$

El coeficiente de correlación fue de 0.84 y la relación pareció mantenerse en diferentes plantas y sitios. No obstante en otras especies la cobertura ha presentado bajas correlaciones, por ejemplo Kinsinger y Strickler (1961) al estimar la producción de *Eurotia lanata* encontraron bajas correlaciones entre cobertura y producción (0.39), mejorando ésta cuando se correlacionó con su crecimiento anual (0.43) y siendo aun mejor al correlacionar producción con cobertura y crecimiento anual con un coeficiente de 0.60.

Como en el ejemplo anterior, otros trabajos han demostrado que se reducen los índices de variación cuando mas de un parámetro es correlacionado, resultando las más altas correlaciones cuando fué considerado el volumen (Ludwing *et al.*, 1975; Rittenhouse y Sneva, 1977; Uresk *et*

al., 1977 y Lyon, 1968). Ludwig *et al.*, (1975) al estimar la fitomasa aérea de ocho arbustivas del Desierto Chihuahuense observó que las relaciones cobertura: fitomasa aérea daban ecuaciones cuadráticas, mientras que la relación volumen: fitomasa aérea daban ecuaciones lineales.

Las ecuaciones de predicción se pueden construir para cada uno de los componentes de la fitomasa aérea como son: hojas, tallos vivos, tallos muertos, flores y sus combinaciones (Uresk *et al.*, 1977; Ludwig *et al.*, 1975 y Rutherford, 1979). Cuando se presentan plantas de crecimiento de tipo arbóreo con una distribución estratificada de follaje se obtienen ecuaciones polinomiales como las obtenidas por Fitzgerald (1983) para el álamo (*Populus tremuloides*) y otras arbustivas; en la primer especie se estratificó en seis secciones, el 50 por ciento inferior se dividió en dos (25 por ciento cada una) y la mitad superior en cuatro (12.5 por ciento cada una) con lo cual se dió una determinación acumulativa del peso de 25, 50, 62.5, 75, 87.5 y 100 por ciento. La ecuación que dió la mejor relación fue:

$$w = b_1H + b_2H^2$$

donde: w = Peso estimado

H = Altura total de la planta

b₁ y b₂ = Son coeficientes calculados

En las relaciones de volumen y producción de fitomasa aérea, es necesario considerar la densidad del follaje para mejorar estas relaciones. Mason y Hutchings

(1967) al estimar la producción de follaje en tascate (*Juniperus osteosperma*) a partir de mediciones del diámetro de la corona, obtuvieron coeficientes de correlación para varios sitios desde 0.77 hasta 0.92, aumentando la precisión de las estimaciones al dividirlo en clases de densidad de follaje.

Ahora bien, para una misma especie vegetal se pueden obtener varias ecuaciones de predicción con altos valores de correlación, pudiéndose seleccionar aquella que presente la mas alta correlación. Ohmann *et al.*, (1976) al establecer ecuaciones de predicción para estimar la fitomasa aérea de cinco arbustos del noreste de Minnesota, utilizando cuatro variables dependientes (fitomasa de hojas, fitomasa de renuevos y fitomasa de tallos y fitomasa aérea total) y cuatro independientes (altura, cobertura aérea, diámetro del tallo al cm mas cercano y diámetro del tallo al cuarto de cm mas cercano; el diámetro se midió a 15 cm de altura del suelo), probaron cuatro modelos de regresión:

1) Lineal $y = a + bx$

2) Exponencial $y = ae^{bx}$

$$\ln y = \ln a + bx$$

3) Alométrico $y = ax^b$

$$\ln y = \ln a + b \ln x$$

4) Hiperbólico $y = x/(a + bx)$

$$1/y = b + a(1/x)$$

Los resultados indicaron que el modelo alométrico

fue el más apropiado, seguido del modelo lineal, así como el diámetro del tallo fue el mejor predictor de la fitomasa total. Por su parte Bryant y Kothmann (1979) estimaron la fitomasa aérea de 12 arbustivas ramoneables en Sonora, Texas; sus estimaciones se basaron en la relación volumen: peso de las plantas. Se evaluaron varias ecuaciones para seleccionar la más apropiada o la de mejor predicción, estas ecuaciones incluyeron funciones lineales ($y=a+bx$), cuadráticas ($y=a+b_1x_1+b_2x_1^2$), logarítmica o alométrica ($\ln y=a+b \ln X_1$) y semilogarítmica ($\ln y=a+bx_1$), donde y =peso y x_1 =volumen de la planta. Los coeficientes de determinación y los coeficientes de variabilidad fueron usados para seleccionar la ecuación que mejor predijera el peso por planta. Las mejores ecuaciones fueron las cuadráticas o las logarítmicas, excepto para una especie, no obstante la ecuación lineal fue un buen predictor, pero las logarítmicas y cuadráticas dieron los más altos coeficientes de determinación y más bajos coeficientes de variabilidad.

Estos autores concluyen que la ecuación que debe ser usada para predecir peso partiendo del volumen, depende de la especie y los datos de muestreo. Para especies robustas con amplia fitomasa aérea disponible por planta, pero con variabilidad inherente entre plantas, la función logarítmica puede producir mejores resultados. Otras especies pueden requerir una función cuadrática para sus mejores resultados. Especies con forma de crecimiento

irregular y poco follaje disponible pueden requerir un tratamiento especial para la predicción de su fitomasa aérea.

Murray y Jacobson (1982) al establecer ecuaciones para predecir la producción de fitomasa aérea en arbustos de la comunidad de *Artemisia* en Idaho probaron siete modelos de regresión, entre éstos el lineal, exponencial y alométrico; además probaron otros en base a una combinación de altura con el perímetro de la cobertura, utilizando la forma geométrica de círculo y elipse en dos modelos matemáticos 1) $y=ahc^b$; 2) $y=ah^b c^c$. Los autores concluyeron que los modelos lineal, exponencial y alométrico proveen predicciones satisfactorias, no obstante los modelos que usaron la altura y el perímetro estimaron mas realmente los pesos de fitomasa aérea para las cuatro especies que los otros modelos, así mismo, sugieren que para mejorar las predicciones se deben derivar áreas y volúmenes basándose en las formas geométricas individuales de las plantas, así como incluir variables, tales como el número de renuevos, tamaño y por ciento de la cobertura muerta o viva.

Vora (1988) al predecir la fitomasa aérea en cinco especies arbustivas del noreste de California, encontró que las mejores ecuaciones eran aquéllas que incluían el número de renuevos en combinación con el diámetro promedio de copa, haciéndose mas complejas a medida que se incrementa la precisión.

Braun y Gómez (1975) al estimar la fitomasa en pie

de guayule y su incremento anual, utilizaron relaciones alométricas de volumen, en este caso un cilindro que encierre a la planta, obteniendo que los pesos secos para las diversas fracciones de la planta ajustan muy bien con funciones potenciales del tipo $y=a.x^b$, con coeficientes de 0.96 a 0.98. También es bueno el ajuste en el caso de considerar las variables independientes de altura y diámetro del tallo mayor, para la fracción leñosa aérea con coeficientes de 0.93 para altura y 0.94 para diámetro mayor.

Isla de Fertilidad en Arbustivas Desérticas

El ciclo de nutrientes es un proceso esencial en la producción de materia orgánica. Todos los ecosistemas tienden a conservar y concentrar elementos esenciales (Odum, 1968).

El funcionamiento de los ecosistemas áridos está más limitado por la disponibilidad de agua y nutrientes minerales; habiéndose dedicado mayor atención a los aspectos de falta de humedad, mientras que pocos estudios se le han dedicado al proceso del ciclo de nutrientes en los ecosistemas desérticos. Un rápido crecimiento en las comunidades desérticas, cuando hay humedad da la impresión de un suelo fértil; no obstante se ha observado que los elementos esenciales pueden ser un factor limitante en la productividad de los ecosistemas.

El proceso de descomposición y mineralización puede ser mas rápido en suelos desérticos durante los períodos húmedos, lo anterior se debe a una mayor actividad de los degradadores y de la actividad microbial en ese período. Otra característica distintiva del proceso del ciclo de nutrientes en los desiertos es la vía en la cual se localiza la actividad biológica, puesto que su estructura heterogénica tanto vertical como horizontal está mas estrecha que en otra clase de ecosistemas; de ahí que se halla hablado del concepto "isla de la fertilidad" que existe alrededor de árboles y arbustos del desierto (West, 1981). Esta estructura horizontal se ha demostrado en varios estudios, observándose una infiltración de 8 a 10 veces mas rápida en áreas bajo arbustos que en áreas abiertas, este patrón de infiltración influye en las tasas de descomposición y precipitación de nutrientes (Stark, 1973).

El micro-relieve puede tener una gran influencia en el patrón de distribución de los nutrientes; el gradiente vertical está especialmente relacionado con los elementos mas volátiles, no formadores de ceniza encontrados en la superficie. Por otra parte, los elementos formadores de minerales especialmente las sales, generalmente se acumulan al incrementar la profundidad formando el llamado caliche o los horizontes salino-sódicos o las capas arcillosas duras comunes en el paisaje desértico. De esta forma al estar los elementos esenciales altamente localizados, se puede

esperar y encontrar que las tasas de actividad biológica están similarmente estructuradas; así, se ha encontrado que esta actividad se concentra en los primeros tres cm de profundidad bajo o cerca de la copa de los arbustos (West, 1981).

Se han realizado varios trabajos donde se describe la contribución de las arbustivas a la fertilidad del suelo en la llamada "isla de fertilidad", así como la distribución espacial de los nutrientes en ésta. Charley (1972) a pesar de que establece que los análisis estáticos de los minerales en las comunidades no nos dan un entendimiento total del funcionamiento del ciclo mineral, sino que se deben de incluir otros segmentos de la fisiología de la comunidad; menciona que el análisis químico de los suelos es un inicio apropiado para establecer en forma descriptiva las reservas del suelo a un nivel no funcional y que estas reservas están condicionadas por factores como clima y pueden ser modificadas por la temperatura y el material original. Así mismo, indica que las mediciones del caudal de elementos del suelo proveen una mejor perspectiva para los estudios del contenido mineral en plantas y la magnitud del retorno en el ciclo anual, estimándose las reservas que pueden tomar parte en los procesos productivos de la comunidad y a la vez que indican la distribución de los minerales entre suelos y plantas de tipos de vegetación de ambientes contrastantes. Charley (1972) también menciona que todos los suelos

muestran algun grado de acumulaci3n de nutrientes y otros elementos hacia la superficie, siendo mas marcada esta tendencia en los ambientes des3rticos, debido al confinamiento de la actividad biol3gica a los primeros cm del perfil; estos gradientes est3n mejor desarrollados en el caso de nitr3geno y materia org3nica, pero elementos como f3sforo se comportan de manera similar aun cuando no es tan claro debido a que su concentraci3n est3 relacionada a la reserva inorg3nica.

García y McKell (1970) al estudiar el papel de arbustivas leguminosas y no leguminosas a la contribuci3n de nitr3geno en suelo de una comunidad del desierto de Mojave, encontraron que no se mostr3 una clara diferenciaci3n entre leguminosas y no leguminosas, concluyendo que la importancia de los arbustos recae en mayor medida en la manera que sirven como reserva a la fertilidad del suelo en las regiones des3rticas, mas que cualquier participaci3n significativa en la fijaci3n simbi3tica de nitr3geno; por otra parte, encontraron que el contenido de nitr3geno en el suelo fue diferente debajo de las tres especies estudiadas, originando un patr3n diferente de fertilidad, siendo mayor su concentraci3n cerca de la base del tallo que en cualquier otra posici3n, mostrando un gradiente vertical y horizontal para las tres arbustivas, disminuyendo la concentraci3n de nitr3geno a medida que aumentaba la profundidad del suelo hasta los 45 cm; de forma similar disminuía la concentraci3n al pasar de

la posición debajo de copa a las áreas abiertas, fundamentalmente en los primeros cm de suelo, con las variaciones inherentes de cada arbustiva. Por último concluyen que con la contribución potencial de nitrógeno a partir de las arbustivas cuando éstas mueren, con la acumulación de mantillo y materia orgánica bajo y en la vecindad del arbusto y con el nitrógeno acumulado en las capas superficiales del suelo bajo la cobertura de los arbustos, todos contribuyen a la creación de la "isla de fertilidad" asociada con arbustos del desierto.

Tiedemann y Klemmedson (1973) al determinar el impacto del mezquite (*Prosopis glandulosa*) sobre las propiedades físicas y químicas del suelo en claros naturales y en áreas bajo árboles de mezquite, encontraron que los mezquites tuvieron impactos significativos sobre la condición química y física del suelo. Las características examinadas variaron con la profundidad, pero con excepción de pH, el cambio en profundidad se limitó a las posiciones bajo el mezquite. La densidad de volumen en la capa de 0 a 4.5 cm bajo los árboles fue significativamente mas baja que en los claros, aumentando con la profundidad bajo el mezquite. La materia orgánica, el nitrógeno total y el azufre total en suelo bajo mezquite en la capa de 0 a 4.5 cm fue de dos a tres veces mayor que en las dos capas inferiores; no habiendo diferencia entre capas al descubierto. En la capa de 0 a 4.5 cm bajo mezquite se encontró tres veces mas materia orgánica, nitrógeno total y

azufre total que en la misma capa en áreas descubiertas. En la capa de 7.5 a 12.0 cm el azufre fue significativamente mas alto bajo mezquite que fuera de éste; con el fósforo no hubo diferencia entre posiciones y profundidad del suelo. El pH aumentó con la profundidad, pero no hubo diferencia entre posiciones a ninguna profundidad. El contenido de sales solubles disminuyó con la profundidad sólo en el lado norte de los árboles; este contenido fue significativamente mas alto bajo el mezquite que en áreas descubiertas. Por último se concluye que la presencia de mas nitrógeno, potasio, azufre, sales solubles y materia orgánica bajo los mezquites en comparación con las áreas descubiertas, apoya la hipótesis de que los mezquites extraen nutrientes de suelos vecinos y lo concentran bajo su copa.

Klemmedson (1974) al analizar la distribución de nutrientes en mezquite (*Prosopis juliflora* var. *glandulosa* y var. *velutina*) y en palo verde (*Cercidium floridum*); observó que los mayores porcentajes de nitrógeno se encontraron en los primeros cinco cm de suelo bajo la copa para la var. *glandulosa* y entre 0 y 60 cm para la var. *velutina*, disminuyendo el contenido de 0.057 por ciento a los cinco cm a 0.027 por ciento entre los 30 y 60 cm. El contenido de mantillo en ambas especies presentó un gradiente descendente al pasar de la posición bajo copa a su borde y fuera de copa pasando de 4.2 g/m a 0.5 g/m para mezquite y de 7.2 g/m a 1.3 g/m para palo verde; igual situación se presentó con el carbono.

Holmgren y Brewster (1972) al hacer un análisis de la distribución de reservas de materia orgánica, en suelos de una comunidad de arbustivas en un desierto frío en el Estado de Nevada, observaron una gran variabilidad en el peso de la materia orgánica en los primeros 15 cm de suelo, esto debido a la presencia y distribución de los diferentes tamaños de raíces, aunque el 50 por ciento de las raíces se encontró en los primeros 30 cm del suelo. La materia orgánica total para el perfil fue de 1532 g/m y de ésta el 75 por ciento estaba representado por raíces finas. La materia orgánica en la parte aérea fue estimada en 400 g/m, requiriéndose para la acumulación aérea y subterránea un período de 14 años; estimándose la productividad primaria para este sitio en 28 g/m por año.

Charley y West (1975) al estudiar el patrón químico del suelo inducido por arbustivas desérticas, encontraron que el carbón y el nitrógeno declinan en su concentración a medida que se incrementaba la profundidad del suelo, lo anterior indica que hay poca mezcla de suelo y mayor cantidad de mantillo y raíces en el nivel superficial. La concentración de fósforo también declina con la profundidad, aunque se observó un fuerte control por los materiales formadores; no obstante se evidenció una acumulación en los primeros 2.5 cm y esto sería un reflejo del reciclado del fósforo inorgánico; el fósforo orgánico comprende un porcentaje muy bajo del fósforo total de dos a cuatro por ciento, lo que sugiere un papel muy pequeño de

las plantas en su reciclaje. Al comparar áreas bajo los arbustos y áreas desnudas se encontró una concentración significativa de nitrógeno y fósforo a favor de las primeras, con excepción de algunos sitios donde dominaba *Atriplex*; para estos últimos sitios se observó que el pH fue mayor en las áreas desnudas, mientras que en los otros lo fue bajo la copa de los arbustos. De este trabajo, los autores concluyen que los contenidos de nitrógeno, carbón, fósforo orgánico y fósforo total tienden a acumularse en los primeros cm del perfil y solo el nitrógeno, carbón y fósforo orgánico muestran regularmente un patrón horizontal, y que las especies tienen influencia sobre la salinidad bajo la cubierta y por último que la concentración de elementos alrededor de los arbustos es resultado de una reubicación a través de la absorción de éstos a partir de una gran masa de suelo y su incorporación en una área reducida (con excepción del fósforo total), siendo los indicadores más sensibles nitrógeno, carbono y fósforo orgánico; por otra parte los minerales no son absorbidos en proporción a su abundancia y además existen diferencias interespecíficas en la selectividad de iones, lo que da origen a tipos de mantillo químicamente diferentes.

Romney *et al.*, (1980) al investigar la influencia de los arbustos en el ciclo o redistribución de los nutrientes en las zonas cercanas a las raíces en una comunidad del desierto de Mojave encontraron, que los

perfiles bajo la cubierta de los arbustos indican claramente una aceleración en el proceso de formación del suelo, habiendo también diferencias en cuanto a las cantidades de materiales acumulados por el viento bajo las agrupaciones de arbustos. Otra característica prominente bajo la cubierta de los arbustos incluye horizontes A mejor desarrollados presentando mayores concentraciones de sales y materia orgánica y alguna descomposición de la capa dura arcillosa cuando ésta está presente. Las propiedades mas notablemente modificadas en zonas cercanas a la raíz incluyen: Las sales de sodio, potasio, magnesio, calcio, fósforo disponible; por otro lado el tamaño de las partículas, capacidad de saturación, pH y contenido de limo permanecen inalterables; encontrándose las mas altas concentraciones de sal en el horizonte A bajo los arbustos, no habiendo evidencia de concentración de sales en las áreas desnudas, entre los arbustos. Los autores concluyen que las propiedades del suelo bajo los arbustos tendieron a presentar valores mas altos, siendo significativos en comparación a las áreas desnudas, conductividad (E C 25 C), los cationes y los aniones solubles, el potasio intercambiable, la capacidad de intercambio catiónico, carbón orgánico, nitrógeno y fósforo disponibles, fierro y manganeso extractables; no siendo significativos capacidad de saturación, pH y sodio intercambiable; por el contrario, tendieron a presentar valores mas altos en las áreas desnudas calcio y magnesio intercambiables, limo y los

contenidos de zinc y cobre extractables, pero sus diferencias no fueron significativas.

Hunter *et al.*, (1982) al estudiar la distribución de nitratos en suelos del desierto de Mojave, observaron una gran variabilidad en la concentración de éstos dentro del perfil del suelo; este patrón sugiere efectos de descomposición de mantillo bajo los arbustos, arrastre en áreas desnudas y absorción de nutrientes en la zona radical.

Estos mismos autores observaron mayores concentraciones de nitratos en el nivel superior en la posición debajo de los arbustos, mientras que la concentración abajo de 7.5 cm no era diferente entre las posiciones bajo copa y áreas desnudas; no obstante al hacer comparaciones entre sitios para las diferentes profundidades no se encontró homogeneidad de varianzas, disminuyendo la concentración de nitratos de los 22 a 52 cm de profundidad para posteriormente incrementarse, a pesar de lo anterior la tendencia general fue que las capas superficiales bajo los arbustos estuvieron mas enriquecidas de nitratos, así como las tres profundidades medidas en las áreas desnudas fueron mas bajas en nitratos que las profundidades bajo los arbustos.

Cox *et al.*, (1984) al estudiar como influye la cobertura de *Larrea* en la distribución de las propiedades físicas y químicas del suelo, y como influyen éstas en el crecimiento de dos zacates en el desierto Sonorense

encontraron que esta cobertura no fue significativa en la distribución de la mayoría de los atributos del suelo o bien fue inconsistente en las posiciones de bajo copa, borde de copa y fuera de copa a través de los sitios. Unicamente los nitratos fueron estadísticamente significativos entre posiciones para todos los sitios; aparentemente las plantas con sistemas radicales superficiales como *Larrea* no extraen grandes cantidades de nutrientes de las áreas laterales. Los autores concluyen que la alta concentración de nitratos bajo la copa del arbusto es debida principalmente a la acumulación de hojarasca-mantillo mas que a la nitrificación de las raíces muertas y que el gradiente de concentración de nitratos bajo la copa está directamente relacionado con la cobertura, la cual reduce el impacto de la lluvia y la erosión no así en las áreas descubiertas.

Banco de Semillas

En la mayoría de los hábitats ocupados por plantas superiores, el número de individuos presentes como propágulos en letargo excede en gran medida al número de plantas que están en crecimiento. A esta reserva se le da el nombre de banco de semilla y se compone de semillas producidas en el área o acumuladas de cualquier otra manera; esta reserva es dinámica pues se incrementa continuamente con la lluvia de semillas y por lo tanto

representa un registro tanto del pasado como de la vegetación actual y una fuente de plántulas las cuales pueden aparecer rápidamente si la vegetación que existe actualmente es destruida; por otra parte las pérdidas del banco de semillas están dadas por varios factores ya sea por insectos, roedores o aves, ataque por hongos, agotamiento de sus reservas alimenticias o vejez y la misma germinación de las semillas. Existen otros factores que afectan la densidad de las semillas en el banco, como son los cambios en las condiciones ambientales fundamentalmente temperatura y contenido de agua. Al no ingresar nuevos flujos de semilla al banco, la mortalidad de éstas se presenta en forma logarítmica, esto significa que la población de semillas dentro del banco presenta un riesgo de muerte constante y continua (Harper, 1977).

Para las áreas de pastizal nativo en la región desértica, se han realizado muy pocos estudios tendientes a analizar las características de la reserva de semillas, existiendo mayor información para la región templada.

En las regiones áridas y semiáridas la producción de semillas viables es con frecuencia bajo y en algunos años no se logran producir, por lo tanto el conocimiento del número y tipo de semillas normalmente presentes en el suelo en un tipo de vegetación dada, puede ser de gran valor en la predicción de la tasa y dirección de la regeneración después de un disturbio (Barbour y Lange, 1967). Estos mismos autores al examinar la población de

semillas en cuatro suelos australianos, correspondientes a diferentes comunidades de vegetación, desde las muy secas (254 mm) dominadas por *Eucalyptus* spp hasta un bosque esclerófilo (1397 mm), se encontraron sorpresivamente con un bajo número y frecuencia de semillas recuperadas, aun cuando se puso particular atención a las muestras obtenidas bajo una *Acacia*, hipotetizando que quizá el viento tiene una acción negativa; por otra parte observaron que al aumentar el volumen de la muestra de suelo se incrementaba la frecuencia en la diversidad de especies y que no fue posible determinar la relación entre vegetación existente y reserva de semillas en el suelo, por último concluyen que la técnica de aislamiento de la materia orgánica seguida por la examinación con microscopio de baja potencia, es eficiente para identificar las semillas en el suelo.

Childs y Goodall (1973) en uno de los trabajos mas detallados sobre reserva de semillas en suelo de pastizales nativos de la región desértica, encontraron en los diferentes sitios muestreados, que el contenido de semillas disminuye fuertemente a partir de la superficie del suelo y aunque cada especie difiere entre si, el primer cm de suelo contuvo el mayor número de semillas con la mayor diversidad de especies. Algunas semillas mostraron una distribución hasta los 2 cm de profundidad y para un sitio cuatro especies presentaron el 25 por ciento de sus reservas de semilla abajo de los cinco cm, mientras que el resto de las especies sólo representó el cinco por ciento en esta

profundidad y alrededor de un tres por ciento para el resto de los sitios. Para uno de los sitios la mayor concentración de semillas se presentó debajo de los arbustos, mientras que en otro sitio la concentración fue menos marcada y opuesta para dos especies de *Bouteloua*, donde una buena proporción de las semillas se presentó en las áreas desnudas, mientras que donde había mantillo su presencia fue baja. Para la mayoría de los arbustos en ambos sitios se presentó reducción significativa en la cantidad de semillas al proceder del centro del arbusto hacia la periferia de su copa y hacia fuera de ésta; en uno de los sitios se encontró una densidad de 427 semillas/m² mientras que en otro fue de 33097 semillas/m² con biomasa de cinco y 83 Kg/ha respectivamente. También se encontró evidencia de que algunas especies son más propensas de poseer altas concentraciones de semillas bajo su copa, fluctuando su rango de una semilla por 100 cm² para *Ephedra nevadensis* a 10.5 para *Larrea tridentata*. Los autores concluyen que la técnica de flotación de materia orgánica con el uso de soluciones salinas y el lavado del suelo mineral, así como su posterior análisis con un microscopio de baja resolución es eficiente para la recuperación de semillas en más de un 90 por ciento, indicando que no es una fuente seria de error.

Goodall y Morgan (1974) al continuar con el trabajo anterior confirman que las máximas concentraciones de semillas se encuentran entre el primero y segundo cm de .

profundidad, con un 30 a 40 por ciento de las semillas y un poco menos de un tercio en el primer cm, mientras que solamente un décimo abajo de los 5 cm. También confirman que las diferentes especies no tienen la misma distribución vertical en la reserva de semillas y que se encuentra diferencia significativa entre las poblaciones de semilla bajo la cubierta de los arbustos y las áreas desnudas, concluyendo que bajo ciertos tipos de cobertura hay una clara tendencia de concentración de las semillas en el centro, mientras que en otros tipos lo anterior no ocurre.

Moore y Wein (1977) al medir la emergencia de plántulas a partir de suelo mineral y materia orgánica en nueve sitios de estudio en áreas forestales de New Brunswick, Canadá, encontraron que el número de plántulas presentó un gradiente decreciente a partir de un bosque decíduo a uno de coníferas; la mayoría de las plántulas emergieron de la capa orgánica, encontrando una alta cantidad de semillas no viables de 4200 a 9400 m², siendo mayor al número de especies germinadas.

Harper (1977) al discutir la reserva de semillas entre un suelo arable y un pastizal natural, indica para el primero que a una profundidad de 15 cm se encontró una densidad de 39,000 semillas/m² representando a 47 especies, mientras que en las grandes llanuras de pastizal es común encontrar de 300 a 800 semilla/m². Este autor también observa que al muestrear un pastizal nativo se encontró una distribución de semillas en el perfil, con

mayor concentración en los primeros 2.5 cm, disminuyendo drásticamente con la profundidad aunque, aparecen semillas a los 22 cm y aun a los 150 cm; estando dominada la reserva de semillas, al igual que en los suelos cultivados por una especie o un género. Lo mas sobresaliente de estos resultados es la extrema variación entre especies en el número de semillas viables que permanecen en el suelo y la vegetación actualmente existente, la cual no presenta correlación, habiendo semillas de vegetación no presente y no habiendo semillas de vegetación presente; se cree que las semillas de las especies del último estado sucesional no aparecen en la reserva hasta muy tarde. En áreas dominadas por zacates perennes su producción de semilla es menor comparada con especies anuales y la reserva es mayor en áreas pastoreadas que en áreas en reserva.

Harper (1977) da las siguientes características de las semillas en el banco:

- 1) Las semillas longevas son características de áreas de disturbio.
- 2) La mayoría de las semillas con longevidad en el suelo pertenecen a plantas anuales o bianuales.
- 3) Las semillas pequeñas son mas longevas que las grandes y éstas por lo general son de vida corta.
- 4) Las plantas acuáticas presentan semillas longevas.
- 5) Las semillas de bosque tropical son de vida corta.

MATERIALES Y METODOS

Descripción General del Area de Estudio

Area Rancho "Los Angeles" (LAN)

Para el presente estudio se seleccionaron dos áreas; la primera corresponde al Rancho Demostrativo Ganadero "Los Angeles", propiedad de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", éste se encuentra a 48 Km al sur de la ciudad de Saltillo, Coahuila, ubicado a 34 Km sobre la carretera Saltillo-Zacatecas y a 14 Km hacia el oriente sobre el camino de Terracería a La Hedionda (fig 3.1). Colinda con los ejidos Tanque de Emergencia, San Miguel del Banco, Carneros, El Cercado y La Hedionda y con el Rancho El Molano (De la Cruz *et al.*, 1973). Se localiza entre los paralelos $25^{\circ}4'13''$ y los $25^{\circ}9'47''$ de latitud norte y entre los meridianos $101^{\circ}05'46''$ y los $100^{\circ}57'40''$ de longitud oeste. La altitud varía de 2100 msnm en los valles a 2400 msnm en las sierras altas. Comprende una superficie de 6704 ha, distribuidas en 20 potreros (Beltrán *et al.*, 1987).

Geología

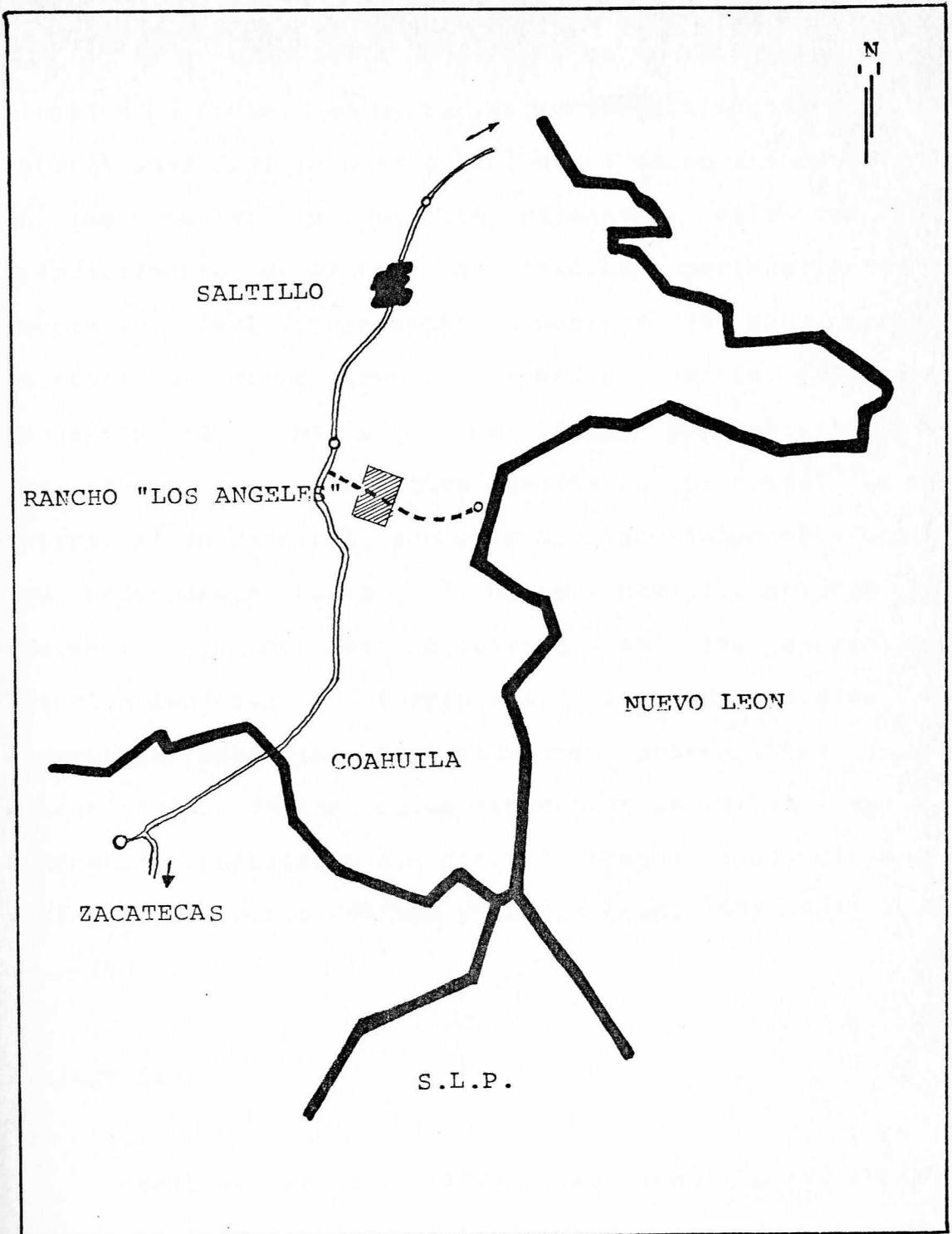


Figura No. 3.1 Localización geográfica del rancho "Los Angeles" (LAN)

El área se halla localizada en una zona de sistemas plegados de rocas sedimentarias fundamentalmente calizas, constituídas por la precipitación del carbonato de calcio; en las cuales la porción carbonosa está compuesta principalmente de mineral de calcita, pertenecientes al Terciario. También presenta depósitos de conglomerados (clastos de grano grueso) llamados cantos rodados y guijarros (de 2 mm a mas de 25 mm) pertenecientes al Cuaternario. La estructura geológica principal es el anticlinal de Carneros, con un rumbo aproximado este-oeste, con recumbencia hacia el norte. Las formaciones mas recientes y que se depositan en las depresiones (sinclinales) que se forman entre las anticlinales, se encuentran cubiertas por aluviones provenientes de la meteorización de las rocas sedimentarias de la región y acarreadas principalmente por el agente agua desde el período cuaternario (Medina y De la Cruz, 1976; Beltrán et al., 1987).

Fisiografía

Beltrán et al., (1987) clasifican la fisiografía del rancho "Los Angeles" en tres grandes paisajes:

1. Montañas estructurales denudativas.
2. Colinas estructurales denudativas.
3. Llanura de pie de monte.

Asimismo, mencionan que a nivel de paisaje para el

caso uno se encuentran: Crestas monoclinales de calizas, cresta anticlinal de calizas y laderas inclinadas de conglomerados. Para el caso tres encontramos varios abanicos aluviales coalescentes de diferentes edades.

Clima

La fórmula climática correspondiente a "Los Angeles" para los paisajes dos y tres, según datos obtenidos de la caseta meteorológica ubicada en el casco del rancho es un BS1 Kw (x')(e'). BS1 es un subtipo de los BS que se caracterizan por ser de los menos secos de este tipo, con un cociente precipitación-temperatura (precipitación anual en mm y temperatura anual en grados C) mayor de 22.9.K significa que el clima es templado con verano cálido, temperatura media anual entre 12 y 18°C y la del mes mas frío de -3 a 18°C y la del mes mas caliente mayor a 18 C.W(x') indica el régimen de lluvias, con el mes mas húmedo en la mitad caliente del año y (e') indica que la oscilación anual de la temperatura media mensual es mayor de 14°C. El área ha registrado un promedio de precipitación anual de 350 mm y 16°C de temperatura media mensual.

Por otra parte, de acuerdo a las cartas climáticas de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL, 1970) el rancho "Los Angeles" comprende dos tipos de climas, BWhw' (e) y BSoKw (e), el primero en la porción

oeste, y el segundo en la porción este, siguiendo la línea de limitación entre ambos, la isoyeta de los 300 mm.

Suelos

Según el sistema de clasificación de suelos de FAO-UNESCO el rancho "Los Angeles" presenta los siguientes tipos de suelos: FEOSEM, RENDZINA Y LITOSOL.

Para el caso de los FEOSEM se establece una subunidad calcárica, la cual presenta una capa superficial obscura, suave, rica en materia orgánica, presenta en todos sus horizontes carbonatos de calcio. Los FEOSEM calcáricos son los FEOSEM mas fértiles. En cuanto a los RENDZINAS, éstos presentan una capa superficial rica en humus muy fértil que descansa sobre la roca caliza; son poco profundos y ricos en arcilla y no tienen subunidades. Los LITOSOLES son muy poco profundos (menos de 10 cm). se localizan en la sierra y lomeríos; los de exposición norte y noreste presentan mayor fertilidad y su textura es media, mientras que los de exposición sur son poco fértiles y de textura gruesa Beltrán *et al.*, 1987).

Vegetación

Vázquez (1973), basándose en las características de forma de vida, altura, forma y tamaño de las hojas, textura de las hojas y cobertura, definió siete tipos de vegetación

para el rancho "Los Angeles", cuyos atributos generales se describen a continuación.

Pastizal Mediano Abierto. Este se localiza en los valles con suelo profundo, donde las especies mas representativas pertenecen a los géneros *Bouteloua-Aristida-Buchloe*, siendo las mas abundantes *Bouteloua gracilis*, *B. curtipendula*, *Buchloe dactyloides* y *Aristida* spp.

Pastizal Amacollado. Localizado en las zonas marginales del pastizal mediano en las faldas de las sierras con suelos someros y pedregosos, donde las especies mas importantes son *Bouteloua curtipendula*, *B. hirsuta*, *Aristida* spp., *Muhlenbergia rigida*, *M. dubia* y *Stipa leucotricha*.

Matorral Rosetófilo. Presente en las laderas con exposición sur y cimas de cerros que generalmente presentan suelos de origen coluvial, de textura arenosa. Las especies dominantes en este tipo de vegetación y de las cuales se deriva su nombre son: *Agave lechuguilla*, *A. falcata*, *Nolina microcarpa*, *Yucca carnerosana* y *Dasyilirion* spp.; en el estrato inferior se encuentran gramíneas de los géneros *Bouteloua*, *Aristida*, *Muhlenbergia* y *Stipa*.

Matorral Esclerófilo. Este tipo de vegetación se encuentra en laderas de sierras altas de considerable pendiente y exposición norte, y está caracterizado por la dominancia de arbustivas del género *Quercus*, encontrándose un gran número de gramíneas de los géneros *Aristida*, *Bouteloua* y *Muhlenbergia*.

Izotal. Localizado en laderas con pendientes moderados y suelos arenosos-pedregosos; la especie dominante es la palma samandona (*Yucca carnerosana*) que da a este tipo de vegetación el aspecto de bosquecillo o palmar. En el estrato inferior se encuentran arbustivas de los géneros *Ephedra*, *Dalea* y *Opuntia* y gramíneas del género *Bouteloua*.

Matorral de *Dasyllirion* con Pastos Amacollados. Se presenta en la parte sur del rancho, cubre la mayoría de los lomeríos y cerros de escasa altura. Las especies dominantes son *Dasyllirion spp.*, *Quercus spp.* y *Nolina microcarpa*.

Bosque de Pino-Encino. Este tipo se presenta en las laderas y cimas de serranías altas con exposición norte y algunas veces noroeste; las especies que lo caracterizan son *Pinus cembroides*, *Quercus spp.*, *Juniperus spp.* y *Rhus virens*.

Area Noria de Guadalupe (NOG)

Localización Geográfica

La segunda área seleccionada fue el Campo Experimental Noria de Guadalupe (fig 3.2), perteneciente a la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", ubicado en el municipio de Concepción del Oro, Zacatecas, en el Km 140 de la carretera Saltillo-Cd. de Zacatecas. Se encuentra en el Ejido del mismo nombre dentro de la llamada cuenca de San Tiburcio, localizado entre los paralelos 24° 07' y 24°

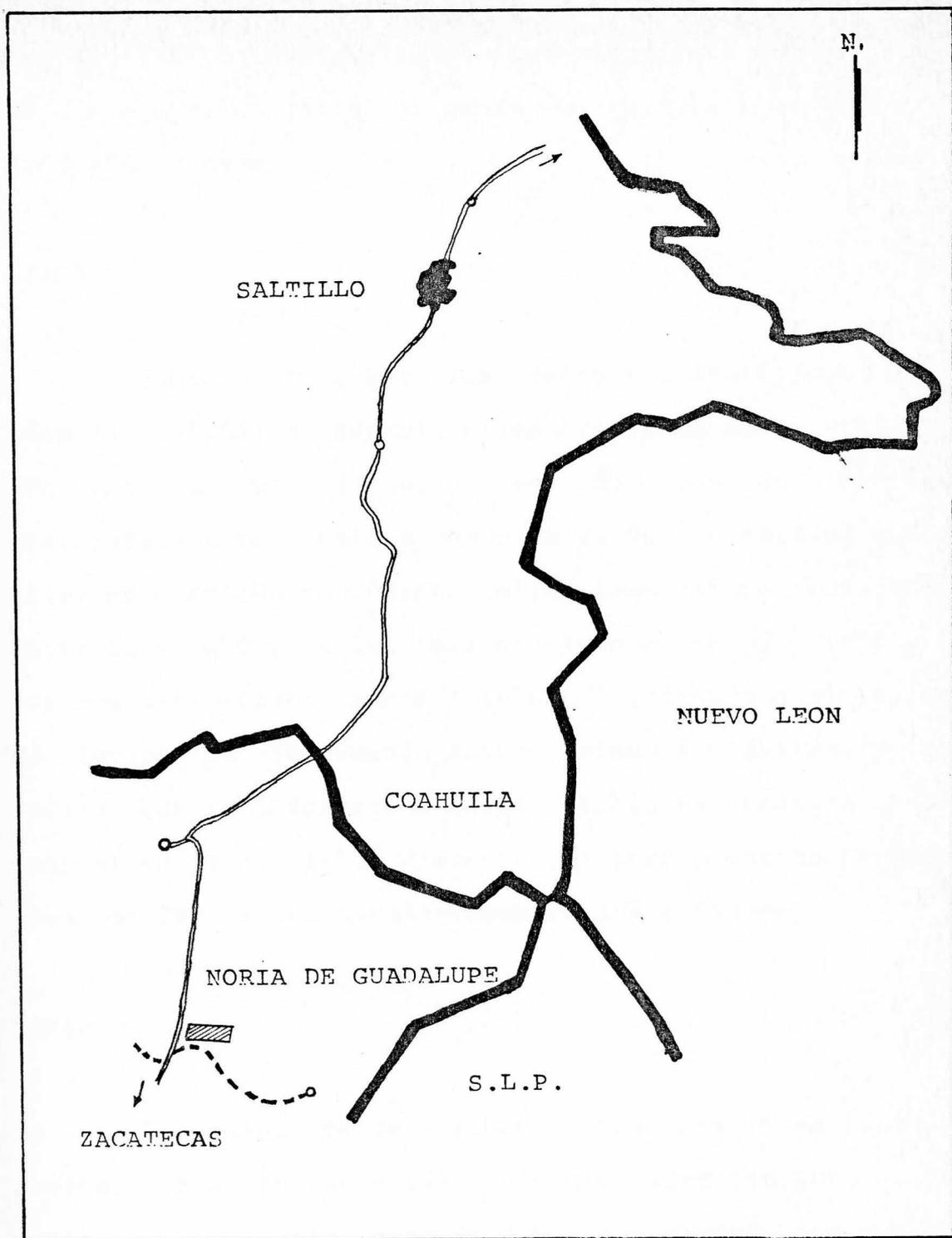


Figura No. 3.2 Localización geográfica de Noria de Guadalupe (NOG)

24' de latitud norte y entre los meridianos $101^{\circ} 07'$ y $101^{\circ} 35'$ de longitud oeste, presenta una altura que varía de 1700 a 2500 msnm.

Clima

Tomando como base los datos climatológicos de 10 años (1972-1982) su fórmula climática es un BSokx' (e). Los BSo son los mas secos de los BS, con un cociente precipitación-temperatura menor de 22.9. k significa que el clima es templado con verano cálido temperatura media anual entre 12 y 18°C y la del mes mas frío entre -3 y 18°C y la del mes mas caliente menor a 18°C ; x' indica que el régimen de lluvias es intermedio entre verano e invierno y (e) indica que la oscilación anual de la temperatura media mensual es de 7 a 14°C . Presenta una precipitación promedio anual de 290 mm con oscilaciones de 109 a 664 mm.

Suelos

La cuenca de San Tiburcio presenta tres tipos de suelos; los de la parte baja son aluviales con profundidad mayor de 1.5 m y pendiente de 0 a 1 por ciento, presentando sus horizontes A, B y C, con coloración en seco de gris claro en los superficiales y un pardo claro en los profundos; su textura va de franco a franco-arcillosa, con estructura en bloques subangulares, su consistencia es dura

en seco y adhesiva en húmedo, su pH fluctúa entre 7.5 y 8.0. Los suelos de la parte media corresponden al pie de monte de las sierras, presentando profundidades superficiales de 25 a 60 cm y pendientes de 3 a 12 por ciento. Por lo general únicamente presentan los horizontes A y C, el primero de color gris claro o parduzco cuando seco y pardo amarillento o pardo obscuro cuando húmedos; textura franca o franca-arcillosa, estructura en bloques subangulares, su pH es mayor de 7.5. En la parte alta de la cuenca los suelos son someros, con capas de caliche de 12 a 15 cm; el contenido de roca y grava es de 80 por ciento con muy bajo contenido de materia orgánica, la textura es migajón arcillo-arenoso, su pH mayor de 7.5 (Gutiérrez et al., 1979).

Vegetación

Gutiérrez et al., (1979) identificaron cuatro principales comunidades de vegetación para la cuenca de San Tiburcio; estas comunidades se presentan a lo largo del gradiente altitudinal, partiendo desde los 2100 msnm en las montañas, hasta los bajíos de la cuenca a los 1650 msnm.

Comunidad *Dasyllirion Agave*. Se localiza en las montañas con pendientes de 7 a 15 por ciento, con suelos muy someros o roca desnuda en porcentajes de 30 a 80 por ciento; las especies dominantes pertenecen a los géneros *Agave* y *Dasyllirion*, también están presentes algunos arbustos como

Leucophyllum texanum, *Acacia farnesiana*, *Krameria grayii* y *Ephedra trifurca*; en el estrado herbáceo hay algunas herbáceas de la familia Compositae y algunas gramíneas de los géneros *Bouteloua* y *Aristida*.

Comunidad *Agave-Parthenium*. Se encuentra en el pie de monte de las montañas, con suelos someros y calichosos y pendiente de un 3 a 7 por ciento; las especies dominantes corresponden al género *Agave* y *Parthenium incanum*, *P. argentatum* varias especies de *Opuntia* y algunas arbustivas de los géneros *Viguiera*, *Yucca*, *Nolina*, *Fouquieria* y *Acacia* y gramíneas del género *Bouteloua*.

Comunidad *Larrea-Atriplex*. Esta comunidad está presente en la parte media de la cuenca alrededor de los 1730 msnm, formando un valle con pendiente de 2 a 6 por ciento, sus suelos son de más de 1 m de profundidad; las especies dominantes son gobernadora (*Larrea tridentata*), *Atriplex canescens*, *Flourensia cernua*, *Acacia greggii* y varias especies de *Opuntia*, en el estrato herbáceo las dominantes son *Zinnia acerosa* y varias compuestas así como la gramínea *Erioneurum pulchellum*.

Comunidad *Sporobolus-Atriplex*. Se localiza en los bajíos de la cuenca, formando llanuras de 0 a 3 por ciento de pendiente, las especies dominantes son *Sporobolus airoides*, *S. wrightii*, *Atriplex canescens*, *Bouteloua karwinskii* y *Prosopis glandulosa*.

Para la selección de las parcelas de estudio se hicieron recorridos en las dos localidades para detectar aquellas áreas donde mariola estaba dominante, eligiéndose finalmente una área representativa de tales poblaciones.

"Parcela" Rancho "Los Angeles"

El área seleccionada pertenece, según Vázquez (1973) al tipo de vegetación denominado pastizal mediano abierto en su sitio llamado, pastizal con presencia de hojaseñ (*Flourensia cernua*) el cual presenta una altura de 1800 msnm y una pendiente de 0 a 3 por ciento.

Suelo

García (1987) describe los suelos de esta área, donde los caracteriza como de origen aluvial, profundos, libres de rocas; su análisis físico los describe de textura arcillosa a través de todo el perfil, aumentando su contenido de arcilla a partir del tercer horizonte (45-150 cm); su densidad aparente se presenta uniforme con valores de 1.0 a 1.39 g/cm³; su espacio poroso es 54 a 56 por ciento, siendo constante en todo el perfil; el porcentaje de saturación de agua aumenta de 40 a 56 por ciento conforme lo hace la profundidad, esto por el contenido de arcilla en los subhorizontes. Los dos primeros horizontes presentan colores oscuros lo que denota procesos de

melanización por su contenido de materia orgánica; la estructura en el primer horizonte es granular bien desarrollada, en el segundo es en bloques sub-angulares moderadamente desarrollados, en las capas subyacentes presentan una estructura en bloques angulares poco desarrollados, lo que restringe la penetración del agua y las raíces.

El análisis químico indica que estos suelos presentan un pH de 7.5 a 7.8 en todo el perfil; la conductividad eléctrica tiene valores bajos de 0.42 a 0.92 mmhos/cm², indicando ausencia de salinidad; mientras que el intercambio catiónico es elevado con valores de 48 a 62.4 Meg/100 g. La fertilidad se clasifica de medianamente rico a muy rico en los dos primeros horizontes (0-45 cm) dado sus valores de materia orgánica de 3.438 a 4.547 por ciento, nitrógeno de 0.172 a 0.227 por ciento, fósforo de 14.4 a 45.45 Kg/ha y potasio de 202 a 801 Kg/ha, decreciendo considerablemente sus nutrientes en los horizontes inferiores.

Vegetación

De las arbustivas la especie mas abundante es *mariola* con una densidad estimada de 9700 plantas por hectárea, con una altura promedio de 50 cm, se observa su distribución en individuos aislados, aunque es común encontrarla en agregados formándose motas de esta especie;

otras arbustivas asociadas son hojaseñ (*Flourensia cernua*), agrito (*Berberis trifoliolata*) suelda (*Buddleja scordiodes*), gatufío (*Mimosa* sp) y algunas yucas dispersas. En el estrato herbáceo las gramíneas mas abundantes son el zacate búfalo (*Buchloe dactyloides*), banderilla (*Bouteloua curtipendula*) y el zacate rizado (*Panicum hallii*).

Sitio de muestreo "Noria de Guadalupe"

Se seleccionó la comunidad *Agave-Parthenium* localizada en el pie de monte, al oeste del campo experimental.

Suelo

Los suelos corresponden a los descritos por Gutiérrez et al., (1979) como "suelos de la parte media de la cuenca" de San Tiburcio, localizados en los pie de montaña, éstos son superficiales fluctuando entre los 25 y 60 cm de profundidad, con buen drenaje y frecuentemente con un alto contenido de roca y caliche. La pendiente varía de 3 a 7 por ciento; por lo general presentan dos horizontes A y C, el primero presenta color gris claro (10 YR 7/3) o gris parduzco (10 YR 4/4) cuando esta húmedo; su textura va de franco a franco-arcillosa, con estructura en bloques subangulares de consistencia ligeramente dura en seco y adhesiva ligeramente plástica cuando húmedo, el pH es de

6.3 a 8.4, el contenido de materia orgánica ocasionalmente supera el 10 por ciento y fluctúa entre 0.2 a 0.5 por ciento en los primeros 20 cm.

Vegetación

La vegetación corresponde a la comunidad descrita por Gutiérrez *et al.*, (1979) como comunidad de *Agave parthenium*, que a su vez queda comprendida dentro del denominado matorral crasi-rosulifolio (Miranda y Hernández, 1963), las especies características de esta comunidad presentan hojas gruesas insertadas en forma de roseta y con espinas; no obstante hay otro grupo de plantas que aunque no presentan las características anteriores representan un buen porcentaje en la composición de la vegetación como son mariola y en menor proporción guayule (*Parthenium argentatum*).

Las principales especies que forman esta comunidad son *Agave lechuguilla*, *A. striata*, *A. falcata*, mariola, guayule *Nolina* spp., *Acacia* sp, ocotillo (*Fouquieria splendens*), algunas opuntias y yucas dispersas y en el estrato herbáceo las gramíneas *Bouteloua curtipendula* y *B. hirsuta*.

Metodología

Premuestreo

Se determinó la distancia promedio existente entre plantas de mariola, para ello se empleó la técnica del punto central del cuadrante (Cottam y Curtis, 1956), usando un transecto de 500 m de longitud, localizando los puntos de muestreo cada 15 m, las distancias se tomaron desde los puntos de muestreo hasta la base del tallo de la planta.

Cosecha en pie de mariola

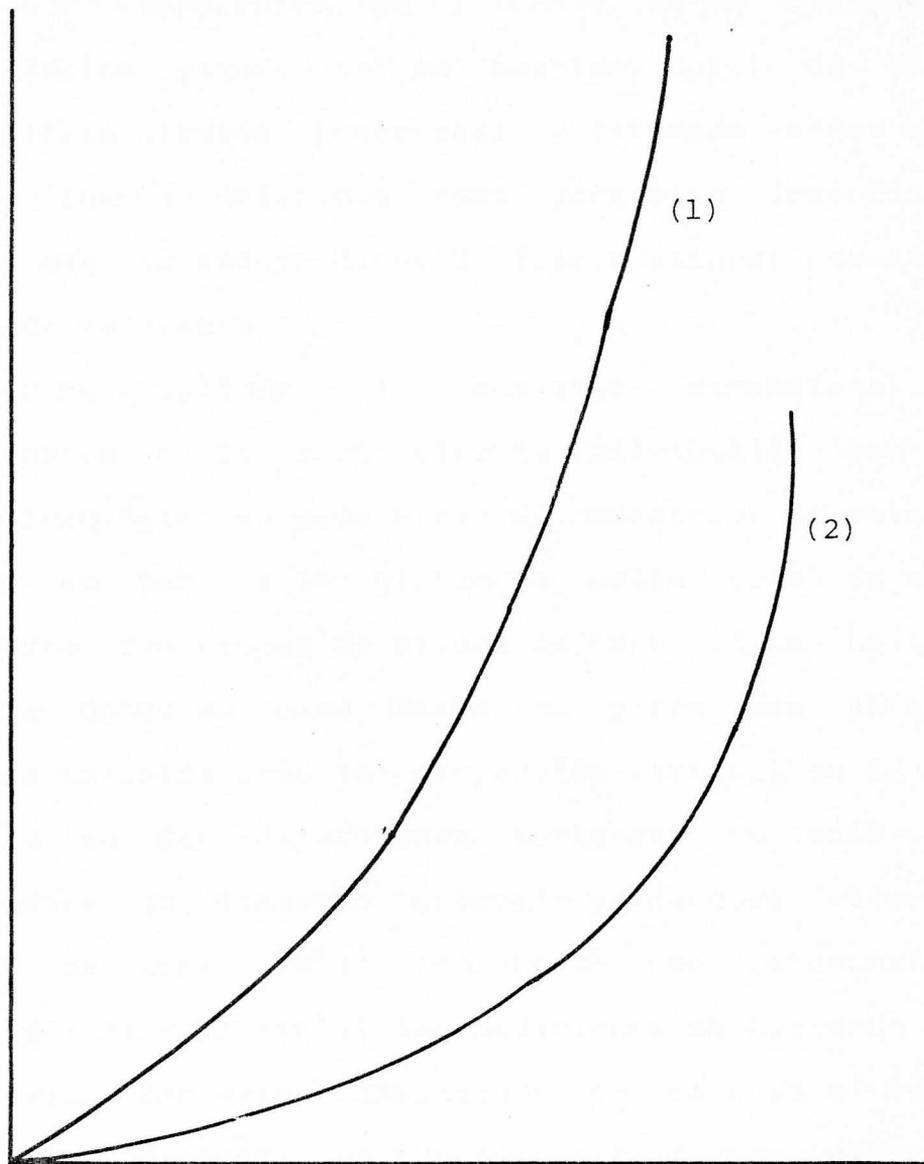
Se utilizó la técnica del análisis dimensional propuesta por (Ludwing *et al.*, 1975), se estimó la aportación de fitomasa aérea por mariola durante sus períodos fenológicos de crecimiento, floración y letargo en las áreas "Los Angeles" y "Noria de Guadalupe". Se probaron tres modelos de regresión para ver cual de ellos tenía mejor ajuste para los diferentes componentes de la fitomasa aérea de mariola; la selección de los modelos se hizo en base a aquellos que mejor ajuste presentaron para la estimación de la fitomasa aérea en arbustivas de crecimiento similar al de mariola (Ludwing *et al.*, 1975; Bryant y Kothmann, 1979; Murray y Jacobson, 1982; Ohmann *et al.*, 1976 y Braun y Gómez, 1975). Los modelos seleccionados fueron:

(1) Lineal $y = a + bx$

(2) Exponencial $y = ae^{bx}$

$\ln y = \ln a + bx$ (modelo linealizado)

(3) Alométrico $y = ax^b$



Ecuación (1) $y = ae^{bx}$

Ecuación (2) $y = ax^b$

Figura 3.3 Curvas de los modelos exponencial y alométrico

$$\ln y = \ln a + b \cdot \ln x \text{ (modelo linealizado)}$$

Los componentes de fitomasa aérea considerados fueron: Tallos vivos, tallos muertos, total de tallos, hojas, flores (cuando presentes) y fitomasa aérea total, las que fueron definidas como variables dependientes; mientras que las independientes fueron altura, cobertura y volumen de la planta.

Para aplicar el análisis dimensional, se seleccionaron de 25 a 30 plantas individuales para cada período fenológico en cada sitio de muestreo, la selección se hizo en base a la distancia media obtenida en el premuestreo, con rangos de altura de 10 a 94 cm. La altura se midió desde su base hasta su parte mas alta; la cobertura definida como la proyección vertical de la copa se midió en dos direcciones norte-sur y este-oeste, obteniéndose un diámetro promedio y dándose valores en unidades de área (cm^2), teniéndose como referencia la fórmula del círculo (πr^2), las mediciones se hicieron al cm mas próximo; con estas dimensiones se calculó el volumen ocupado por la planta en función a la figura de un cono invertido, considerando que la forma del arbusto se asemeja a esta figura geométrica, tal y como lo calcularon Ludwing *et al.*, (1975) y García (1987) para gobernadora y hojasén respectivamente usando la fórmula $V = \pi r^2 h$, donde h es la altura y r el radio promedio de la planta. Una vez tomadas las dimensiones de la planta, ésta se cortó al raz del suelo, identificándola y colocándola en una bolsa para

posteriormente ser secado al sol hasta que se pudieran desalojar fácilmente sus hojas, procediéndose a separar cada uno de sus componentes de fitomasa en bolsas mas pequeñas de papel con su respectiva identificación, siendo posteriormente secados en una secadora de aire forzado a 50° C durante 48 horas, para luego pesarlos en una balanza analítica al 0.1 g mas cercanos. Durante el período de floración las plantas fueron desalojadas de sus inflorescencias inmediatamente después de ser cortadas para evitar pérdidas.

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de regresión múltiple (Snedecor y Cochran, 1984) tomando como independientes altura, cobertura y volumen utilizando el método de regresión stepwise (Draper y Smith, 1981) para eliminar la variable independiente con menor significancia en el modelo de predicción para cada uno de los componentes de fitomasa aérea. Para decidir que modelo ajustaba mejor se utilizó la examinación de la significancia del análisis de varianza de la regresión, los valores de los coeficientes de regresión (R^2), así como los análisis de residuales (Draper y Smith, 1981) el coeficiente de correlación de residuales (Tausch, 1980) y el estimador del error relativo (e); éste último es análogo al coeficiente de variación y se expresa como $Sy.x/Y$ (Wittaker y Woodwell, 1968). Los modelos exponencial y alométrico fueron linearizados, transformando sus valores a logaritmos naturales, presentándose los resultados en esta forma

aritmética.

Para probar la prueba de hipótesis con respecto a la aportación de forraje (hojas) entre periodos fenológicos $H_0:b=0$ vs $H_a:b>0$, se utilizó la técnica del análisis de covarianza (Steel y Torrie, 1986) dentro de un diseño completamente al azar con diferente número de repeticiones (20 a 30), teniéndose como covariable el volumen de las plantas para controlar el error de la diferencia entre plantas colectadas en cada periodo fenológico. Se analizó por separado el área "Los Angeles" y "Noria de Guadalupe", dadas sus diferencias climáticas; la diferencia entre medias se obtuvo mediante la prueba de Duncan a un nivel de probabilidad de $P<.05$ (Steel y Torrie, 1986). Con los pesos obtenidos se estimó la proporción hojas:tallos, agrupando a las plantas de mariola en cuatro clases en base a su volumen.

Análisis de la isla de fertilidad.

El estudio se realizó en el área de "Noria de Guadalupe", en el que se determinaron las principales características de fertilidad y salinidad del suelo circundante a plantas de mariola; para ello se seleccionaron seis plantas individuales, adultas, con altura y cobertura lo mas uniforme posible, teniéndose como único criterio que fueran plantas representativas de la población. Antes de la toma de muestras de suelo, se

midieron las dimensiones de la planta (altura, cobertura y volumen) según se describe en el capítulo referente a cosecha en pie de mariola, procediéndose a cortar la planta al raz del suelo para facilitar el muestreo. La toma de muestras se hizo en sentido vertical y horizontal siguiendo la metodología de García y Mckell (1970), la que consistió en hacer un perfil del suelo, partiendo de la base del tallo de la planta hacia su periferia y tomar muestras de suelo en los diferentes horizontes hasta llegar al horizonte C; el sentido horizontal se refiere a la toma de muestras bajo la cobertura de mariola y fuera de su copa en las áreas descubiertas, midiéndose el espesor de los horizontes. Se tomó aproximadamente 0.5 Kg de suelo en cada muestra, identificándolas apropiadamente se secaron al sol y se cribaron en una malla de 2 mm para luego pasar a los análisis de laboratorio, el muestreo se realizó en abril de 1988. A las muestras se les determinó su textura a través del hidrómetro de Bouyoucos (Day, 1965), el color del suelo con el empleo de las tablas Munsell (Munsell, 1975); la reacción del suelo (pH), con el potenciómetro (Bates, 1954); la cantidad de materia orgánica (M.O.) con la técnica de oxidación (Walkley y Black, 1934); el nitrógeno (N) presente por el método de Kjeldahl (1883); los carbonatos totales por el método de titulación con ácido base (Reitemeier, 1943); el fósforo (P) por el método de colorimetría (Olsen *et al.*, 1954) el potasio (K) con el covaltinitrito de sodio (Bower y Wilcox, 1965);

conductividad eléctrica (CE) por el método del puente de Wheatstone (Bower y Wilcox, 1965); el calcio (Ca) y Magnesio (Mg) por el método de titulación con versanato (Cheng y Bray, 1951); el sodio (Na) y el potasio (K) por el método de absorción atómica; los carbonatos (CO_3) y bicarbonatos (HCO_3) por el método de titulación con ácido sulfúrico (Reitemeier, 1943); los cloruros (Cl) por el método de titulación con nitrato de plata (Reitemeier, 1943) y sulfatos (SO_4) por el método de precipitados de sulfato de bario (Bower y Huss, 1948).

Para la prueba de hipótesis referente a la fertilidad y salinidad del suelo en relación a su posición con respecto a plantas de mariola, se utilizó un análisis de varianza dentro de un diseño completamente al azar (Steel y Torrie, 1986) con seis repeticiones, teniéndose como tratamientos a los horizontes, obteniéndose la diferencia entre medias por la prueba de Duncan (Steel y Torrie, 1986). Los valores originalmente expresados en porcentaje fueron transformados a la transformación arcoseno (Steel y Torrie, 1986), para fines estadísticos. Se hicieron correlaciones para el espesor y la longitud de los horizontes de la isla de fertilidad contra las características dimensionales de la planta a un nivel de probabilidad de $P < .05$.

Banco de semillas en suelo

Este estudio se realizó en el área del rancho "Los Angeles", donde se estimó la reserva de semillas de mariola en suelo localizado bajo la copa o cobertura de plantas adultas de mariola y en suelo circundante a dichas plantas, fuera de su copa. La posición fuera de copa comprendió un anillo (fig 3.4) que iba del borde de la copa de una planta hasta una vez su radio hacia la zona descubierta o desnuda. Para la toma de muestras se seleccionaron cinco plantas adultas típicas del habitat, a las que se les midió su altura, diámetro y se les estimó su cobertura y volumen de acuerdo a lo descrito en el capítulo de cosecha en pie de mariola. La posición de los muestreos en cada planta fue: (1) bajo la copa, (2) en el borde de la copa y (3) fuera de la copa; el muestreo se realizó en la primavera cuando aproximadamente hacía ocho meses habían caído las últimas semillas al suelo. Las muestras de suelo se colectaron en dirección a los vientos dominantes en dos puntos opuestos en cada planta, para cada una de las posiciones de muestreo; cada muestra se tomó a cinco profundidades (1) superficial, o zona ocupada por hojarasca y mantillo no mineralizado, (2) de 0 a 1 cm, (3) de 1 a 2 cm, (4) de 2 a 5 cm y (5) de 5 a 10 cm; para dar el mismo volumen a cada muestra de suelo se usó un extractor de núcleos de los usados para determinar densidad aparente con un diámetro de 5 cm y una profundidad de 5 cm, conteniendo tres anillos, dos de un cm y uno de tres cm de ancho, tomándose dos núcleos por muestra.

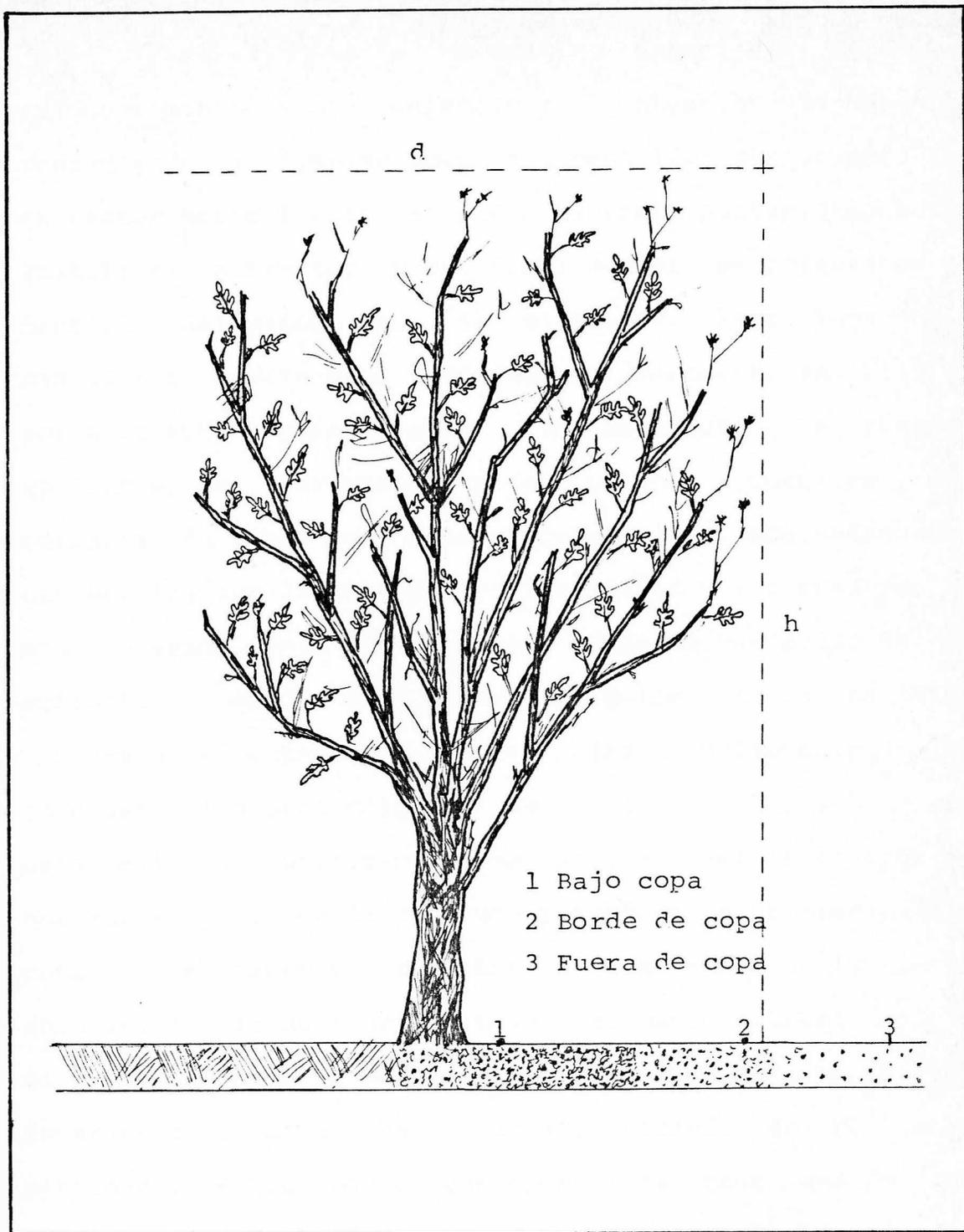


Figura 3.4 Posición de toma de muestras de suelo para estimar el banco de semillas de mariola.

Para la toma de la muestra superficial se colocó cuidadosamente y sin enterrarse el extractor de núcleos, procediendo a limpiar todo el mantillo circundante al extractor hasta llegar al suelo mineral, posteriormente se quitaba el extractor y en forma manual se colectaba el mantillo delimitado por el extractor. Para tomar las siguientes cuatro profundidades, primeramente se hizo un entrenamiento para conocer la necesidad de presión aplicable al extractor para obtener muestras sin compactación o bien que éste estuviera lleno adecuadamente, una vez logrado lo anterior se les aplicó a las muestras la misma presión según la posición, dada la variación en la estructura, dando igual número de golpes con el martillo integrado al extractor; con el primer núcleo extraído se obtuvieron las profundidades de 0 a 1, 1 a 2 y 2 a 5 cm, para ello se utilizaron los anillos del extractor de núcleos en posición de uno, uno y tres cm; el procedimiento consistió en sacar el extractor, nivelar a ras en la parte inferior con la hoja de una navaja el suelo sobrante, abrir el extractor por la parte de arriba y empujar los anillos interiores de abajo hacia arriba cuidando de no tener pérdidas de suelo, hasta que aparecieran cada uno de los anillos, cortándose con la hoja de una navaja para separar el volumen de cada uno de ellos. Para la profundidad de 5 a 10 cm se muestreaba en un área adjunta a la primera, dado que con esta última se ocasionaba remoción de suelo a más de cinco cm, para lo cual primeramente se hacía una

remoción de una capa de 5 cm de suelo, midiéndose ésta con una regla graduada, procediéndose a extraer el núcleo; cuando existía alguna duda respecto a la toma de muestra ésta se desechaba y se repetía el muestreo. Las muestras se depositaron en bolsas de papel, se identificaron y se secaron al sol.

La separación de las semillas en el suelo se hizo según la técnica de flotación descrita por Goodall *et al.*, (1972), esta técnica consiste fundamentalmente en hacer cribados y lavados de suelo en mallas de 0.150 mm, después del lavado el material sobrante se deposita en un vaso de precipitados donde se le agrega 200 ml de una solución salina compuesta por una parte de NaHCO_3 , dos partes de hexametáfosfato de sodio, cinco partes de MgSO_4 y 40 partes de agua, esto para lograr una mejor separación del suelo agregado a la materia orgánica y que permita una mejor claridad para su identificación, enseguida la flotación es decantada en el tamiz, enjuagada y puesta en papel secante, una vez seco el material se procede a la identificación de las semillas. Esta identificación se realizó mediante la separación manual de la materia orgánica con la ayuda de un microscopio bifocal de 15X y con una unidad de referencia de semillas de mariola, con sus brácteas y escarificadas, separando todas las semillas de mariola encontradas; al final de cada muestra se separó entre semillas dañadas o vacías y semillas intactas; a estas últimas se les realizó una prueba de germinación en una pequeña cámara de

crecimiento con temperatura automática y luz difusa de una campana fluorescente, a temperatura constante de 20°C (Sierra, 1987), las semillas se ubicaron en cajas petri de 9 cm de diámetro, con algodón prensado como sustrato, humedecido con agua destilada a saturación, manteniéndose así durante la prueba. Las semillas presentaban residuos de sus brácteas en diferente proporción por lo que se decidió eliminarlas para uniformizarlas; las semillas que presentaban radículas de dos mm o más de longitud se consideraban germinadas, el conteo de germinación se realizó cada semana eliminándose las semillas germinadas, la duración de la prueba fue de 22 días.

Para probar la prueba de hipótesis en relación a la diferente cantidad de semillas de mariola en suelo, se consideraron como tratamientos las tres posiciones y las cinco profundidades por lo que se usó un diseño con arreglo factorial 5x3 con 10 repeticiones en una distribución completamente al azar, la diferencia entre medias de tratamientos se obtuvo con la prueba de diferencia mínima significativa (Steel y Torrie, 1986) a un nivel de probabilidad de $P < .05$. Debido a la naturaleza de los datos (son conteos y teóricamente siguen una distribución Poisson) se hizo una transformación varianza-estabilizadora, a saber $Z = \sqrt{y}$, donde "y" representa el número de semillas de mariola encontradas en cada tratamiento y repetición (Snedecor y Cochran, 1984).

RESULTADOS

En el premuestreo para caracterizar la distancia media entre plantas en el sitio LAN se obtuvo una distancia media de 118 cm entre plantas de mariola, con una altura promedio de 54.7 cm. En base a la distancia media calculada se estimó la densidad de plantas de mariola, obteniéndose una densidad de 9708 plantas/ha. En el sitio NOG no se realizó ningún premuestreo.

Cosecha en Pie de Mariola

Los valores promedio de las dimensiones y de los componentes de fitomasa aérea de mariola se presentan en los cuadros 4.1 y 4.2 para los sitios LAN y NOG respectivamente. Las mariolas de LAN presentaron en general una mayor altura, cobertura y volumen, así como mayores pesos en sus componentes de fitomasa aérea.

Al aplicar el programa stepwise para seleccionar la variable independiente con mayor influencia en los modelos, se observa si las variables omitidas tienen efecto sobre tales modelos, en cuyo caso da una respuesta significativa. Los resultados obtenidos para cada modelo en los diferentes sitios y períodos fenológicos fueron los siguientes:

CUADRO 4.1. Atributos de las plantas muestreadas en el área "Los Angeles"

Atributo	CRECIMIENTO		FLORACION		LATENCIA	
	\bar{X}	S''	\bar{X}	S''	\bar{X}	S''
Altura (cm)	41.9	17.4	54.7	9.9	54.7	16.2
Cobertura (cm ²)	2541.0	2881.0	4017.0	2116.0	3520.0	3238.0
Volumen (cm ³)	49720.0	68830.0	78800.0	52200.0	78800.0	98540.0
Tallos vivos(g)	273.3	365.0	160.1	133.4	261.4	312.8
Tallos muertos(g)	12.3	29.0	19.4	22.9	17.6	49.0
Total de tallos(g)	285.6	388.6	179.5	151.9	279.0	356.0
Hojas (g)	51.8	54.9	31.2	20.3	15.7	14.6
Fitomasa total(g)	337.4	439.0	219.9	176.2	294.7	370.5
Flores (g)	-----	-----	9.3	6.8	-----	-----
Repeticiones		25		25		20

1) Desviación estandar

CUADRO 4.2. Atributos de las plantas muestreadas en el área "Noria de Guadalupe"

Atributo	CRECIMIENTO		FLORACION		LATENCIA	
	\bar{X}	S''	\bar{X}	S''	\bar{X}	S''
Altura (cm)	40.3	13.8	41.4	12.7	51.5	15.4
Cobertura (cm ²)	1817.0	166.0	1938.0	1138.0	2561.0	1780.0
Volumen (cm ³)	30505.0	37530.0	30740.0	21980.0	69670.0	12840.0
Tallos vivos(g)	155.4	163.4	198.1	163.3	219.4	154.2
Tallos muertos(g)	8.5	16.0	14.7	25.7	22.1	57.2
Total de tallos(g)	164.0	173.7	212.7	182.8	241.5	190.9
Hojas (g)	37.3	30.3	20.7	14.6	7.5	4.5
Fitomasa total(g)	201.3	202.9	237.9	196.6	249.0	194.4
Flores (g)	-----	-----	4.4	3.9	-----	-----
Repeticiones		25		30		24

1) Desviación estandar

Período de Crecimiento

En el sitio LAN y en el caso del modelo lineal se encontró significancia ($P < .05$) únicamente con el componente hojas (cuadro 4.3.), y mostró que la cobertura tiene mayor influencia sobre el modelo, aunque se tiene un mejor ajuste si se le incluye la variable volumen originando un modelo

de regresión cuadrático. En el modelo exponencial se obtuvo significancia ($P < .05$) para las variables omitidas en los componentes de tallos vivos y hojas, señalando a altura como la variable con más efecto sobre el modelo; pero se logra un mejor ajuste si se incluyen cobertura y altura a dicho modelo. Para el caso del modelo alométrico ninguna de las ecuaciones mostró significancia a las variables omitidas, siendo las que se indican en el cuadro 4.3 las de mayor efecto en el modelo.

CUADRO 4.3. Variable independiente de mejor ajuste en los modelos para los componentes de fitomasa de mariola, en el sitio "Los Angeles" durante el período de crecimiento.

Componente	x ¹⁾	LINEAL			x	EXPONENCIAL			x	ALOMETRICO		
		R ²	e ²⁾	p ³⁾		R ²	e	p		R ²	e	p
Tallos vivos	Cob.	0.92	0.38	NS	Alt.	0.82	0.24	*	Cob.	0.97	0.09	NS
Tallos muertos	Vol.	0.68	1.35	NS	Vol.	0.77	0.45	NS	Alt.	0.31	0.48	NS
Total de tallos	Vol.	0.93	0.37	NS	Alt.	0.81	0.22	NS	Cob.	0.95	0.09	NS
Hojas	Cob.	0.77	0.52	*	Alt.	0.77	0.28	*	Cob.	0.96	0.11	NS
Fitomasa total	Cob.	0.92	0.11	NS	Alt.	0.83	0.20	NS	Cob.	0.97	0.08	NS

1) Variable independiente

Alt.- altura

Cob.- cobertura

Vol.- volumen

2) Estimador de variación

3) Significancia de las variables omitidas en el programa Stepwise

Por otra parte el análisis de regresión de las variables seleccionadas, mostró que todos fueron altamente significativos ($P < .01$), señalando que la variable independiente tiene efecto sobre su respectivo componente

de fitomasa, explicando ese efecto en un porcentaje igual al valor de su R^2 y con una variación dada, también en porcentaje por el estimador e . El análisis gráfico de los residuales de los modelos con la variable seleccionada no mostraron evidencias de anormalidad, pero al efectuar la prueba estadística de los residuales (Taush,1980) se encontró significancia ($P<.05$) para el componente de tallos muertos en todos los modelos, lo cual indica falta de ajuste en los modelos para este componente, significando que estos modelos no son los apropiados para predecir tallos muertos. Para este sitio y período el modelo alométrico con la variable cobertura dió los mayores valores de R^2 y los menores estimadores de variación (e) para todos los componentes de fitomasa aérea de mariola, con excepción de tallos muertos (Cuadro 4.3), por lo cual se seleccionó este modelo.

En el sitio NOG se observó significancia ($P<.05$) para las variables omitidas en el modelo lineal, con los componentes tallos vivos, total de tallos, hojas y fitomasa total, con un mejor ajuste si se le incluye al modelo la variable altura (cuadro 4.4); para los modelos exponencial y alométrico no hubo significancia en ninguno de los componentes omitidos. Los análisis de regresión con la variable independiente seleccionada para cada componente y modelo fueron significativas ($P<.05$); al analizar la gráfica de los residuales de regresión se observó anormalidad únicamente para tallos muertos y la prueba

estadística de los residuales resultó significativa ($P < .05$), indicando nuevamente falta de ajuste para este componente en los diferentes modelos. El modelo alométrico presentó los valores mas altos de R^2 y los menores estimadores de variación (Cuadro 4.4), por tal motivo se consideró para este sitio y período al modelo alométrico con la variable cobertura como el mejor modelo para predecir los componentes de fitomasa aérea de mariola; con excepción de tallos muertos.

CUADRO 4.4. Variable independiente de mejor ajuste en los modelos para los componentes de fitomasa de mariola, en el sitio "Noria de Guadalupe" durante el período de crecimiento.

Componente	(X) ¹⁾	LINEAL			EXPONENCIAL			ALOMETRICO				
		R^2	e ²⁾	p ³⁾	(X)	R^2	e	P	(X)	R^2	e	P
Tallos vivos	Vol.	0.89	0.21	**	Alt.	0.68	0.15	NS	Cob.	0.93	0.06	NS
Tallos muertos	Alt.	0.24	1.62	NS	Vol.	0.28	0.54	NS	Vol.	0.25	0.70	NS
Total de tallos	Vol.	0.87	0.27	**	Alt.	0.59	0.17	NS	Cob.	0.92	0.08	NS
Hojas	Cob.	0.85	0.31	**	Alt.	0.66	0.27	NS	Cob.	0.94	0.14	NS
Fitomasa total	Cob.	0.87	0.27	**	Alt.	0.70	0.15	NS	Cob.	0.94	0.06	NS

1) Variable independiente

Alt.- altura
Cob.- cobertura
Vol.- volumen

2) Estimador de variación

3) Significancia de las variables omitidas en el programa Stepwise

Período de Floración

En el sitio LAN, con el modelo lineal, se observó significancia ($P < .05$) únicamente para las variables omitidas en el componente tallos muertos, teniéndose un mejor ajuste si se incluía al modelo la variable cobertura

(cuadro 4.5). En el modelo exponencial esta significancia se presentó en tallos vivos, total de tallos, fitomasa total y flores dando mejor ajuste si se incluían las variables altura y volumen. En el modelo alométrico no hubo significancia para ninguna variable omitida. En todos los modelos el análisis de regresión presentó diferencia altamente significativa ($P < .01$) para cualquier componente, señalándose los coeficientes de determinación y el estimador de variación en el cuadro 4.5. El análisis gráfico de los residuales no mostró anormalidad con excepción de tallos muertos y flores, evidenciando falta de ajuste en los tres modelos. El modelo alométrico fué el que presentó los estimadores de variación mas bajos, seguido por el modelo exponencial y por último el lineal; las R^2 fueron similares en los modelos alométrico y lineal y las mas bajas en el exponencial (Cuadro 4.5). Para este período se seleccionó al modelo alométrico con la variable cobertura para todos los componentes con excepción de flores y tallos muertos.

En el sitio NOG se observó significancia ($P < .05$) en las variables omitidas con el modelo lineal en los componentes de tallos muertos, total de tallos, fitomasa total y flores (cuadro 4.6), teniéndose un mejor ajuste si se le incluye al modelo la variable cobertura además de volumen. En el modelo exponencial se observó significancia para las variables omitidas en todos los componentes con excepción de tallos muertos, mejorando el coeficiente de

determinación si se incluye al modelo las otras dos variables independientes. En el modelo alométrico solo se observó significancia para las variables omitidas en el

CUADRO 4.5. Variable independiente de mejor ajuste en los modelos para los componentes de fitomasa de mariola, en el sitio "Los Angeles" durante el período de floración.

Componente	X ¹⁾	LINEAL			EXPONENCIAL				ALOMETRICO			
		R ²	e ²⁾	p ³⁾	X	R ²	e	P	X	R ²	e	P
Tallos vivos	Vol.	0.93	0.22	NS	Cob.	0.78	0.11	*	Cob.	0.90	0.07	NS
Tallos muertos	Vol.	0.59	0.76	**	Vol.	0.47	0.99	NS	Vol.	0.48	0.98	NS
Total de tallos	Vol.	0.93	0.22	NS	Cob.	0.77	0.11	*	Cob.	0.89	0.08	NS
Hojas	Vol.	0.84	0.26	NS	Cob.	0.81	0.12	NS	Cob.	0.89	0.07	NS
Fitomasa total	Vol.	0.93	0.20	NS	Cob.	0.79	0.09	*	Cob.	0.90	0.06	NS
Flores	Cob.	0.66	0.43	NS	Cob.	0.63	0.33	*	Vol.	0.73	0.29	*

1) Variable independiente

Cob.- cobertura

Vol.- volumen

2) Estimador de variación

3) Significancia de las variables omitidas en el programa stepwise

componente flores, teniendo un mejor ajuste si se incluyen las variables volumen y cobertura. Por otra parte el análisis de regresión fue significativo ($P < .05$) para todos los componentes en los tres modelos. El análisis gráfico de los residuales de estos modelos seleccionados solo mostró anomalías para los componentes de tallos muertos y flores, siendo significativa la prueba estadística con un coeficiente de .57 para cada componente, indicando falta de ajuste del modelo lineal. Al correrse la prueba con los modelos exponencial y alométrico para estos componentes también resultó falta de ajuste en los modelos. Para este

sitio y período los mayores coeficientes de determinación se obtuvieron con el modelo alométrico, así como los menores estimadores de variación (e), seleccionándose éste modelo con la variable cobertura para todos los componentes de fitomasa exceptuando tallos muertos y flores, para los cuáles ninguno de los modelos probados ajustó apropiadamente (Cuadro 4.6).

CUADRO 4.6. Variable independiente de mejor ajuste en los modelos para los componentes de fitomasa de mariola, en el sitio "Noria de Guadalupe" durante el período de floración.

Componente	(X) ¹⁾	LINEAL			(X)	EXPONENCIAL			(X)	ALOMETRICO		
		R ²	e ²⁾	p ³⁾		R ²	e	P		R ²	e	P
Tallos vivos	Vol.	0.92	0.22	NS	Alt.	0.86	0.12	*	Cob.	0.97	0.05	NS
Tallos muertos	Vol.	0.42	1.35	**	Vol.	0.42	1.73	NS	Alt.	0.34	1.83	NS
Total de tallos	Vol.	0.90	0.26	**	Alt.	0.87	0.12	**	Cob.	0.97	0.05	NS
Hojas	Cob.	0.73	0.36	NS	Alt.	0.82	0.17	**	Cob.	0.91	0.11	NS
Fitomasa total	Vol.	0.92	0.23	*	Alt.	0.87	0.10	**	Cob.	0.97	0.05	NS
Flores	Cob.	0.42	0.68	*	Cob.	0.48	1.68	**	Vol.	0.62	1.44	*

1) Variable independiente

Alt.- altura

Cob.- cobertura

Vol.- volumen

2) Estimador de variación

3) Significancia de las variables omitidas en el programa Stepwise

Período de Latencia

Para el sitio LAN, nuevamente hubo significancia ($P < .05$) en las variables omitidas para el componente tallos muertos (cuadro 4.7) con el modelo lineal, mejorando el ajuste si se incluye al modelo la variable cobertura: en los otros dos modelos no se presentó significancia en

ninguno de los componentes. Por otra parte, el análisis de regresión con las mejores variables independientes fue significativo ($P < .05$) para todos los modelos y componentes. El análisis gráfico de residuales solo mostró anormalidad en tallos muertos ($P < .05$) y según la prueba para residuales, se estableció falta de ajuste para los modelos en este componente. Las mayores R^2 se obtuvieron con el modelo lineal, las cuáles fueron ligeramente superiores al modelo alométrico, sin embargo éste último presentó los menores valores en el estimador de variación (Cuadro 4.7).

CUADRO 4.7. Variable independiente de mejor ajuste en los modelos para los componentes de fitomasa de mariola, en el sitio "Los Angeles" durante el período de latencia.

Componente	LINEAL				EXPONENCIAL				ALOMETRICO			
	(X) ¹⁾	R ²	e ²⁾	p ³⁾	(X)	R ²	e	P	(X)	R ²	e	P
Tallos vivos	Vol.	0.97	0.21	NS	Alt.	0.68	0.15	NS	Cob.	0.94	0.06	NS
Tallos muertos	Vol.	0.67	1.62	**	Vol.	0.53	1.32	NS	Vol.	0.67	1.24	NS
Total de tallos	Vol.	0.95	0.27	NS	Alt.	0.70	0.15	NS	Cob.	0.91	0.06	NS
Hojas	Vol.	0.88	0.31	NS	Alt.	0.66	0.27	NS	Cob.	0.90	0.14	NS
Fitomasa Total	Vol.	0.95	0.27	NS	Alt.	0.70	0.15	NS	Cob.	0.94	0.06	NS

1) Variable independiente

Alt = altura Cob = cobertura

2) Estimador de variación

Vol = volumen

3) Significancia de las variables

omitidas en el programa Stepwise

El modelo seleccionado para este período fué el alométrico con la variable cobertura para todos los componentes de fitomasa, con excepción de tallos muertos.

Para el sitio NOG durante su período de latencia, se observó significancia ($P < .05$) para las variables omitidas en el modelo lineal en todos los componentes con

excepción de hojas (cuadro 4.8), mejorando el ajuste si se incluyen dos variables al modelo: mientras que en el exponencial se observó significancia para las variables omitidas en todos los componentes con excepción de tallos muertos, mejorando el modelo si se incluyen las tres variables. En el modelo alométrico no hubo significancia para las variables omitidas en ninguno de los componentes. El análisis de regresión fue significativo ($P < .05$) para todos los componentes en los tres modelos. Los mayores coeficientes de determinación y los menores estimadores de variación se presentaron en el modelo alométrico para todos los componentes exceptuando tallos muertos, para el cuál la mayor R^2 y el menor estimador de variación se dió con el modelo lineal. De los modelos obtenidos se seleccionó, en base a los mas altos coeficientes de determinación y los menores valores de variación al modelo lineal con la variable volumen para tallos muertos y al alométrico con la variable cobertura para el resto de los componentes. El análisis gráfico de los residuales mostró anormalidad para el componente hojas y su prueba estadística mostró significancia ($P < .05$) con un coeficiente de correlación de .24, indicando falta de ajuste en el modelo alométrico. Al correrse el mismo análisis con los modelos lineal y exponencial para el componente hojas, también fue significativo ($P < .05$), mostrando que ninguno de los modelos tiene un ajuste apropiado.

En los cuadros 4.9 y 4.10 se presentan las mejores

ecuaciones de predicción encontradas para los sitios LAN y NOG en cada uno de sus períodos fenológicos, señalando sus coeficientes de determinación (R^2), estimadores de variación (e), significancia del análisis de regresión (p), coeficientes de correlación de residuales ($Y_i - \hat{Y}_i$ vs Y_i) y la significancia del análisis de residuales (P); éste último denota la falta de ajuste del modelo. En el cuadro

CUADRO 4.8. Variable independiente de mejor ajuste en los modelos para los componentes de fitomasa de mariola, en el sitio "Noria de Guadalupe" durante el período de latencia.

Componente	(X) ¹⁾	LINEAL			EXPONENCIAL				ALOMETRICO			
		R ²	e ²⁾	p ³⁾	(X)	R ²	e	P	(X)	R ²	e	P
Tallos vivos	Cob.	0.87	0.25	*	Alt.	0.72	0.11	**	Cob.	0.93	0.05	NS
Tallos muertos	Vol.	0.97	0.41	*	Alt.	0.67	2.11	NS	Vol.	0.72	1.93	NS
Total de tallos	Cob.	0.93	0.21	*	Alt.	0.76	0.11	**	Cob.	0.94	0.05	NS
Hojas	Alt.	0.57	0.39	NS	Alt.	0.57	0.41	*	Cob.	0.75	0.31	NS
Fitomasa total	Cob.	0.92	0.66	*	Alt.	0.76	0.11	*	Cob.	0.94	0.05	NS

1) Variable independiente

Alt.- altura
Vol.- volumen

2) Estimador de variación

3) Significancia de las variables omitidas en el programa stepwise

4.11 se presentan los rangos de las variables independientes en estas ecuaciones.

La prueba de hipótesis referente a la producción de hojas entre períodos fenológicos fue altamente significativa ($P < .01$) para cada sitio, rechazando la hipótesis de que no hay diferencia en la disponibilidad de hojas entre períodos fenológicos, presentando mayor producción durante el período de crecimiento que en los

otros períodos, con valores mínimos durante la latencia para ambos sitios (cuadro 4.12). En todos los períodos la tendencia en la producción de hojas por planta fue mayor en el sitio LAN que en el sitio NOG.

En el cuadro 4.13 se presentan los resultados de la proporción hoja:tallo, en el que se observa que al aumentar el volumen de la planta aumenta la proporción de tallos, dando mejores proporciones de hojas las plantas pequeñas y medianas menores de 50 dm³. La proporción de tallos se

CUADRO 4.9. Ecuaciones de predicción seleccionadas para estimar los componentes de fitomasa en mariola y coeficientes de correlación de los residuales para el sitio "Los Angeles"

Período	Componente	Ecuación de regresión	R ²	e ¹⁾	P > .05 ²⁾	Correlación de residuales Y _i - \bar{Y}_i VS Y _i P > .05 ³⁾
CRECIMIENTO						
	Tallos vivos	$\ln y = -4.304 + 1.234 \ln C$	.97	.09	*	.02 NS
	Tallos muertos	$\ln y = .2495 + .0000211(V)$	.77	.45	*	.22 *
	Total de tallos	$\ln y = -3.941 + 1.1661 \ln C$	.95	.09	*	.04 NS
	Hojas	$\ln y = -3.248 + 0.9181 \ln C$	.96	.11	*	.03 NS
	Fitomasa total	$\ln y = -3.380 + 1.148 \ln C$	.97	.08	*	.02 NS
FLORACION						
	Tallos vivos	$\ln y = -8.702 + 1.640 \ln C$	.97	.07	*	.10 NS
	Tallos muertos	$y = -7.392 + 0.00034(V)$	.59	.76	*	.40 *
	Total de tallos	$\ln y = -8.959 + 1.683 \ln C$	.97	.08	*	.11 NS
	Hojas	$\ln y = -4.753 + 0.9829 \ln C$	.91	.07	*	.11 NS
	Fitomasa total	$\ln y = -7.170 + 1.497 \ln C$	.97	.06	*	.09 NS
	Flores	$\ln y = -9.813 + 1.060 \ln V$	.73	.29	*	.27 *
LATENCIA						
	Tallos vivos	$\ln y = -6.387 + 1.447 \ln C$	.94	.06	*	.05 NS
	Tallos muertos	$\ln y = -11.35 + 1.180 \ln V$	.67	1.24	*	.41 *
	Total de tallos	$\ln y = -5.734 + 1.358 \ln C$	.91	.06	*	.05 NS
	Hojas	$\ln y = -6.550 + 1.138 \ln C$	.90	.14	*	.09 NS
	Fitomasa total	$\ln y = -6.299 + 1.449 \ln C$	.94	.06	*	.05 NS

ln = Logaritmo natural
c = cobertura
v = volumen

1) Estimador de variación
3) Significancia del análisis de residuales.

2) Significancia del análisis de regresión.

CUADRO 4.10. Ecuaciones de predicción seleccionadas para estimar los componentes de fitomasa en mariola y coeficientes de correlación de los residuales para el sitio "Noria de Guadalupe".

Período	Componente	Ecuación de regresión	R ²	e ¹⁾	P>.05 ²⁾	Correlación de residuales Y _i - \hat{Y}_i VS Y _i , P>.05 ³⁾
CRECIMIENTO						
	Tallos vivos	$\ln y = -4.724 + 1.284 \ln c$	.93	.06	*	.07 NS
	Tallos muertos	$\ln y = 0.2561 + 0.00002179(V)$	.28	.54	*	.73 *
	Total de tallos	$\ln y = -4.835 + 1.305 \ln c$	.92	.08	*	.07 NS
	Hojas	$\ln y = -4.216 + 1.044 \ln c$	.94	.14	*	.06 NS
	Fitomasa total	$\ln y = -4.123 + 1.242 \ln c$	.94	.06	*	.06 NS
FLORACION						
	Tallos vivos	$\ln y = -5.462 + 1.402 \ln c$	.97	.05	*	.02 NS
	Tallos muertos	$y = -8.810 + 0.0007645(V)$	.42	1.35	*	.57 *
	Total de tallos	$\ln y = -5.570 + 1.423 \ln c$	.97	.05	*	.03 NS
	Hojas	$\ln y = -4.056 + 0.9294 \ln c$	.91	.11	*	.08 NS
	Fitomasa	$\ln y = -4.798 + 1.339 \ln c$	.97	.05	*	.03 NS
	Flores	$y = .04055 + .002249(C)$	.42	.68	*	.57 *
LATENCIA						
	Tallos vivos	$\ln y = -4.019 + 1.193 \ln c$	.93	.05	*	.07 NS
	Tallos muertos	$y = -8.6 + 0.0004406(V)$	.97	.41	*	.02 NS
	Total de tallos	$\ln y = -4.411 + 1.252 \ln c$	.94	.05	*	.05 NS
	Hojas	$\ln y = -6.035 + 1.023 \ln c$	.75	.31	*	.24 *
	Fitomasa	$\ln y = -4.305 + 1.243 \ln c$	.94	.05	*	.06 NS
ln = Logaritmo natural		1) Estimador de variación		2) Significancia del análisis de		
c = cobertura		3) Significancia del análisis de		regresión.		
v = volumen		residuales.				

CUADRO 4.11. Intervalo de valores de la variable independiente para las ecuaciones de predicción seleccionadas, en los sitios "Los Angeles" y Noria de Guadalupe

Sitio	Período	Intervalo de la variable		Volumen (cm ³)
		Altura (cm)	Cobertura (cm ²)	
Los Angeles	Crecimiento	35 a 76	4.9 a 10028.7	16.3 a 240688.8
	Floración	10 a 74	490.9 a 7775.6	5727.2 a 196981.0
	Latencia	30 a 94	298.6 a 11028.7	2986.5 a 345567.7
Noria de Guadalupe	Crecimiento	15 a 63	78.5 a 4417.8	392.6 a 88357.7
	Floración	15 a 69	346.3 a 7620.1	1731.8 a 170182.9
	Latencia	25 a 90	268.8 a 7238.2	2419.2 a 217146.9

CUADRO 4.12. Producción media de hojas por planta (gr) en las diferentes épocas fenológicas usando como covariable volumen.

EPOCA	\bar{X}	AJUSTADAS
	LOS ANGELES	NORIA DE GUADALUPE
Crecimiento	58.2 A ¹⁾	38.4 A
Floración	27.6 B	21.8 B
Latencia	12.1 C	5.1 C

1) Valores con igual literal en la columna, son estadísticamente iguales entre sí ($P < 0.05$).

CUADRO 4.13. Proporción hoja: tallo de mariola en peso por período fenológico y por clase de volumen

EPOCA	P	LOS ANGELES			MG	P	NORIA DE GUADALUPE		
		M	G	MG			M	G	MG
Crecimiento	1:2.20	1:3.76	1:4.60	1:7.69	1:2.64	1:3.77	1:5.42	1:6.02	
Floración	1:1.34	1:3.57	1:5.27	1:6.03	1:4.33	1:9.90	1:11.4	-	
Latencia	1:5.6	1:12.6	1:14.9	1:23.3	1:12.7	1:22.0	1:35.7	1:46.7	

P = Pequeña < 10 dm³
 M = Mediana > 10 y < 50 dm³

G = Grande > 50 y < 100 dm³
 MG = Muy grande > 100 cm³

incrementó notablemente durante el período de latencia, independientemente del volumen de la planta y esto se debe al carácter semicaducifolio de la planta.

Análisis de la "Isla de Fertilidad"

La caracterización de la "isla" se realizó en el sitio NOG en plantas con un rango de altura de 50 a 60 cm y con un radio de copa de 39 a 54 cm. El perfil observado presentó tres horizontes (Fig. 4.1), un Ah1 superficial con

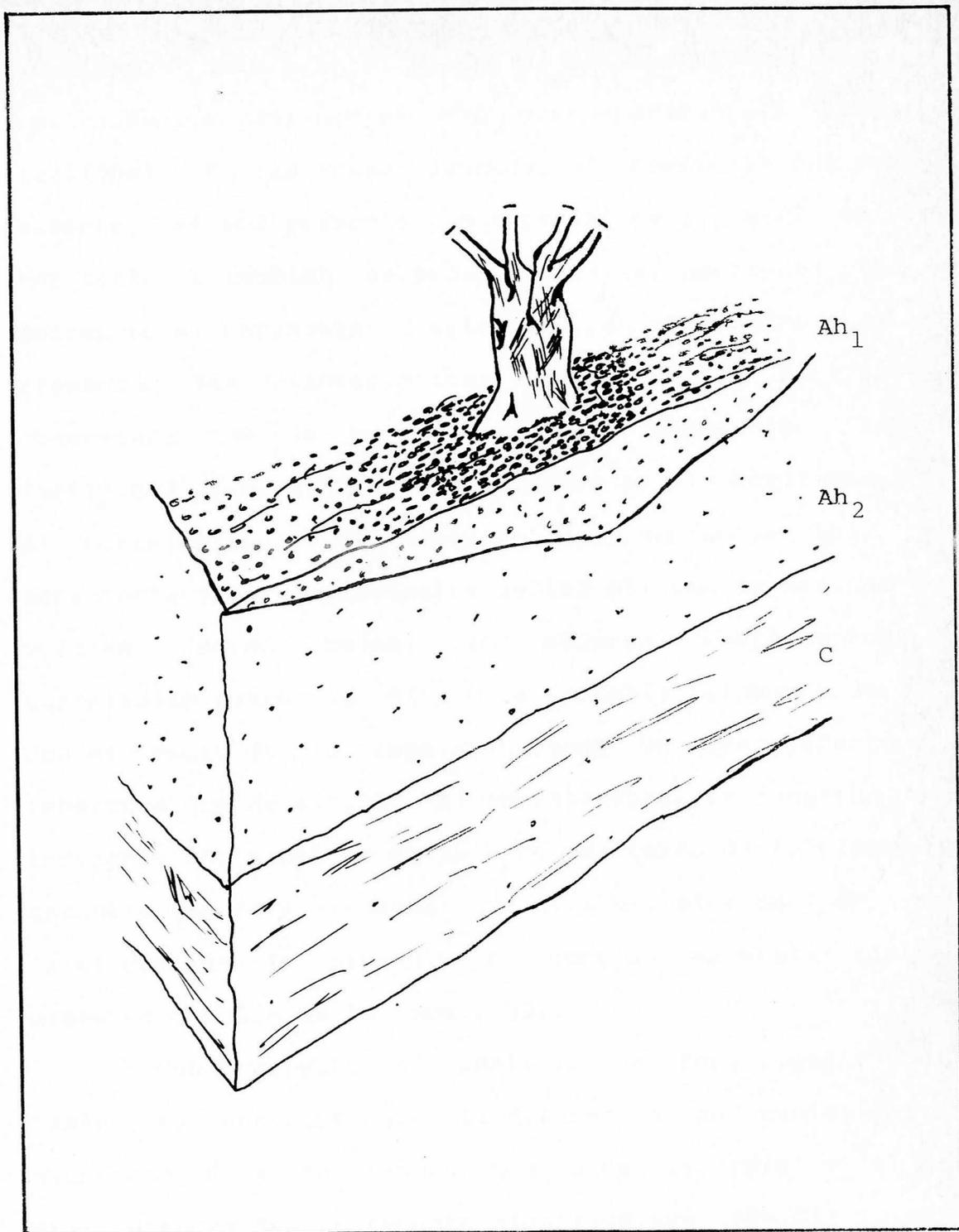


Figura 4.1 Horizontes de "La Isla de fertilidad" en mariola para el sitio Noria de Guadalupe.

un espesor de 3 a 5 cm, un Ah2 de mediano espesor (14 a 20 cm), ausencia del horizonte B y un horizonte C calcáreo (caliche). En las áreas desnudas el horizonte Ah1 estuvo ausente, el Ah2 presentó un espesor de 11 a 27 cm y el horizonte B también estuvo ausente; el horizonte Ah2 se sobrepone al horizonte C calcáreo. En el cuadro 4.14 se presentan las características físicas de los horizontes, observando que la única diferencia entre la "isla de fertilidad" y el área desnuda ocurrió en el horizonte Ah1. Al correlacionar el espesor del horizonte Ah1 con características dimensionales de las plantas de mariola los valores fueron bajos; los mejores coeficientes de correlación fueron de .41 con la variable volumen y de .56 con el radio de la copa, señalando un mayor efecto de cobertura que de altura. Al correlacionar la longitud del horizonte Ah1 a partir de la base del tallo de la planta se encontró que éste presenta una alta correlación (.88) con la altura de la planta y no como se esperaba con el diámetro o radio de la copa (.33).

Con respecto al análisis de fertilidad de la "isla", se encontró que la diferencia en contenido de nitrógeno (N %) en los horizontes de la "isla" y el del área desnuda fue altamente significativa ($P < .01$) (cuadro 4.14), con un porcentaje estadísticamente mayor ($P < .05$) para el horizonte Ah1 de la "isla" en comparación con el Ah2 del área desnuda. No hubo diferencia significativa entre horizontes Ah2 aunque se observa una mayor concentración a

favor del Ah2 de la "isla". Con respecto al contenido de materia orgánica (M O), se observa un comportamiento

CUADRO 4.14. Características de los horizontes de la "isla de fertilidad" formada por mariola en "Noria de Gpe." Zac.

Posición Horizonte	Espesor (X cm)	Color Munsell	E s t r u c t u r a		Grado	Consistencia en seco	Observaciones
			Tipo	Clase			
Bajo copa							
Ah1	4.3	10YR 5 1/2	Migajón fuerte	fina	Fuerte	Suelta	Muchas raíces
Ah2	16.8	10YR 7 1/3	Bloque subangular	medio	Moderado	Suelta	Muchas raíces
Area desnuda Ah2	20.7	10YR 7 1/3	Bloque subangular	medio	Moderado	Agregada	Pocas raíces

similar al del nitrógeno, presentándose diferencia altamente significativa ($P < .01$) entre horizontes de "isla" y área desnuda, siendo el horizonte Ah1 estadísticamente superior ($P < .05$) a los horizontes Ah2 de la isla y del área desnuda; no habiendo diferencia estadística ($P < .05$) entre estos dos últimos horizontes. Sin embargo el Ah2 de la "isla" mostró valores ligeramente superiores al Ah2 del área desnuda (cuadro 4.15).

En cuanto al contenido de carbonatos totales en los horizontes de la "isla" y del área desnuda (cuadro 4.15), el análisis de varianza señaló diferencia significativa ($P < .05$), siendo diferentes estadísticamente ($P < .05$) las concentraciones en los horizontes Ah1 y Ah2 de la "isla", pero éstos no fueron estadísticamente diferentes ($P < .05$) al horizonte Ah2 del área desnuda.

El contenido de fósforo (P) presentó una tendencia

similar a la de nitrógeno y materia orgánica, indicando el análisis de varianza diferencia altamente significativa ($P < .01$) entre horizontes de la "isla" y del área desnuda, siendo superior estadísticamente ($P < .05$) el horizonte Ah1 con respecto a los Ah2; entre estos últimos no se observó diferencia significativa ($P < .05$), aunque las medias dieron valores mas altos para el Ah2 del área desnuda. En cuanto a la cantidad de potasio (K) ésta fue elevada en todos los horizontes; el análisis de varianza mostró diferencia altamente significativa ($P < .01$) para los horizontes de la isla, señalando a los horizontes Ah1 y Ah2 de la "isla" como estadísticamente superiores ($P < .05$), sin denotar diferencia estadística ($P > .05$) entre ellos, con valores idénticos (cuadro 4.15). En el pH no se presentaron diferencias estadísticas ($P < .05$) entre horizontes; el Ah1 presentó un valor de 7.91 y el Ah2 7.99, mientras que el Ah2 del área desnuda dió un valor de 7.93.

CUADRO 4.15. Análisis de fertilidad de la "isla de fertilidad" producida por mariola en el área "Noria de Gpe."

Nutriente	H O R I Z O N T E S		
	En la isla Ah1	Ah2	Area desnuda Ah2
Nitrógeno (%)	0.39 A	0.17 B	0.14 B
Materia orgánica (%)	8.00 A	3.40 B	2.90 B
Carbonatos totales (%)	41.36 B	45.70 A	44.30 AB
Fósforo (Kg/Ha)	81.41 A	36.99 B	51.45 B
Potasio (Kg/Ha)	1112.00 A	1112.00 A	714.70 B
Textura	Migajón	Migajón	Migajón
Limo (%)	30.80	31.60	31.20
Arcilla (%)	20.00	25.20	26.00
Arena (%)	49.20	43.12	42.40

1) Valores con diferente literal en la hilera son diferentes estadísticamente ($P < .05$)

No se encontró diferencia en la textura de los horizontes, clasificándose como migajón, con una proporción equilibrada de sus tres componentes. Se pueden observar ligeras tendencias, por ejemplo el horizonte Ah1 tiende a ser migajón arenoso con una proporción de 49 por ciento de arena y 20 por ciento de arcilla, mientras que los horizontes Ah2 tienden a ser migajón arcilloso con una proporción de 26 por ciento de arcilla y 43 por ciento de arena, permaneciendo estable el contenido de limo con una proporción alrededor del 31 por ciento (cuadro 4.15.).

En relación a la salinidad de la "isla de fertilidad" el análisis de varianza para conductividad eléctrica (CE) en los horizontes de la "isla" y del área desnuda, indicó diferencia altamente significativa ($P < .01$), señalando al horizonte Ah1 con valores superiores estadísticamente ($P < .05$) a los horizontes Ah2; no habiendo diferencia estadística ($P > .05$) entre los valores de los Ah2, aunque hay una tendencia a presentar valores mas altos en el Ah2 de la "isla" en comparación al Ah2 de las áreas desnudas (cuadro 4.16).

La concentración de calcio (Ca) en los horizontes presentó una tendencia similar a la observada con conductividad, cuadro 4.16).

En cuanto a las concentraciones de magnesio (Mg) y sodio (Na) en los horizontes, el análisis de varianza señaló que no hubo diferencia significativa ($P > .05$), aunque en el caso de Mg los valores tendieron a ser superiores en

el horizonte Ah1, mientras que en el caso de Na los valores tendieron a ser mas bajos en este horizonte. Con respecto a

CUADRO 4.16. Análisis de salinidad de la "isla de fertilidad" producida por mariola en el área "Noria de Gpe."

Atributo	H O R I Z O N T E S		
	En la isla		Area desnuda
	Ah1	Ah2	Ah2
Conductividad (mmhos/cm)	1.105 A	0.445 B	0.367 B
Calcio (meq/lit)	9.667 A	4.500 B	4.000 B
Magnesio (meq/lit)	2.667 A	1.667 A	1.667 A
Sodio (meq/lit)	0.552 A	0.713 A	0.747 A
Potasio (meq/lit)	1.437 A	0.564 B	0.274 B
Carbonatos (meq/lit)	0.000 A	0.000 A	0.000 A
Bicarbonato (meq/lit)	9.667 A	5.200 B	4.400 B
Cloro (meq/lit)	2.083 A	1.900 A	1.800 A
Sulfatos (meq/lit)	9.283 A	7.820 A	6.000 A

1) Valores con diferente literal en la hilera son estadísticamente diferentes entre sí ($P < .05$).

la concentración de potasio y bicarbonatos se presentó una tendencia similar a la observada en conductividad y calcio donde el análisis de varianza señaló diferencia altamente significativa ($P < .01$) entre horizontes, siendo estadísticamente mayor ($P < .05$) en el horizonte Ah1, pero siendo estadísticamente iguales ($P > .05$) entre los horizontes Ah2 (cuadro 4.16).

El análisis realizado para determinar las concentraciones de carbonatos ($=CO_3$) en los horizontes, evidenció que éstos estaban ausentes en todos los horizontes, no así los bicarbonatos o carbonato ácido ($-HCO_3$).

Por último al analizar las concentraciones de cloro (Cl) y sulfatos (SO_4) entre los horizontes, el análisis de

varianza reportó que no hay diferencia significativa ($P > .05$) en la concentración entre horizontes, siendo sus medias estadísticamente ($P > .05$) iguales (cuadro 4.16).

Con los resultados anteriores se rechaza la hipótesis nula referente a que no existe diferencia en la fertilidad del suelo bajo la cubierta de mariola y en áreas desnudas, encontrándose bajo ésta un horizonte Ah1 no presente en las áreas desnudas, con mayor contenido de N, MO, P, K, CE, Ca y bicarbonatos en comparación a los horizontes Ah2 presentes bajo y fuera de la copa. No hubo diferencias en el contenido de nutrientes entre los dos horizontes Ah2, a excepción del contenido de K.

Banco de Semillas en Suelo

La evaluación del banco de semillas de mariola se realizó únicamente en el sitio LAN.

La presencia de semillas en el suelo estuvo limitada a los primeros 2 cm de profundidad; abajo de ésta no se encontró una sola semilla de mariola. El análisis de varianza detectó diferencia altamente significativa ($P < .01$) para posiciones y estratos, así como en su interacción, rechazándose la hipótesis nula de que no existían diferencias en la concentración de semillas en los gradientes a medida que se aleja de la base de mariola y se profundiza. En el cuadro 4.17 se presenta la distribución del total de semillas de mariola encontradas en el suelo:

en éstas se incluyen las semillas dañadas por predación y las vacías. En cuanto a la posición en la planta, las mas altas concentraciones de semillas se presentaron bajo la copa y en el borde de la copa con promedios de 18 y 15.7 semillas/ 19.6 cm², no habiendo diferencia estadística ($P > .05$) entre estas posiciones; sin embargo, la densidad de semillas fué estadísticamente mayor ($P < .05$) en las posiciones bajo y borde de copa comparadas con la posición fuera de la copa, en los estratos superficial y 0-1 cm, no habiendo diferencia ($P > .05$) entre posiciones para el estrato 1-2 cm (cuadro 4.17). Con respecto a la profundidad la mayor concentración de semillas se observó en la superficie donde se encuentra el mantillo, con una densidad promedio de 31.5 semillas/19.6 cm², estadísticamente superior ($P < .05$) a los valores encontrados en los otros estratos en las distintas posiciones.

CUADRO 4.17. Distribución de la reserva total de semillas de mariola encontradas en plantas progenitoras, para el sitio Los Angeles*

Posición	Superficial	E S T R A T O S			\bar{X}
		0-1 cm	1-2 cm		
Semillas/19.6 cm ²					
Bajo copa	47.3 Aa	6.2 Ba	0.5 Ca	18.0	
Borde de copa	40.9 Aa	5.2 Ba	1.1 Ca	15.7	
Fuera de copa	6.3 Ab	1.1 Bb	0.6 Ca	2.6	
\bar{X}	31.5	4.1	0.7		

1) Valores con diferente literal mayúscula entre columnas y minúscula dentro de columnas son estadísticamente diferentes entre sí ($P < .05$).

Por otra parte, el estrato 0-1 cm fue superior

estadísticamente ($P < .05$) al estrato 1-2 cm en contenido de semillas para todas las posiciones.

Al eliminar las semillas dañadas y/o vacías, los valores originalmente obtenidos se redujeron entre un 55 y 76 por ciento. El análisis de varianza nuevamente señaló diferencia altamente significativa ($P < .01$) para las variables posición y profundidad así como su interacción; no obstante ésta última tuvo un comportamiento diferente. Con relación a la posición hubo diferencia estadística ($P < .05$) en los estratos superficial y 0-1 cm pero no en 1-2 cm (cuadro 4.18), siendo para el primer caso la posición bajo copa, superior estadísticamente ($P < .05$) a las otras posiciones, mientras que la posición borde de copa fue superior estadísticamente ($P < .05$) a la de fuera de copa. El número de semillas en el estrato 0-1 cm fue estadísticamente igual ($P > .05$) para las posiciones bajo copa y borde de copa, pero éstas fueron estadísticamente superiores ($P < .05$) a la posición fuera de copa.

Al considerar la posición bajo copa, se observó diferencia significativa ($P < .05$) entre estratos, siendo superior la densidad de semillas en el estrato superficial con una media de 20.9 semillas/ 19.6 cm², mientras que en el estrato de 0-1 cm fue de 3.1 semillas y de cero semillas en la profundidad 1-2 cm (cuadro 4.18). En la posición borde de copa el estrato superficial fue superior estadísticamente ($P < .05$) a los estratos 0-1 y 1-2 cm con 15.2 semillas/ 19.6 cm², no habiendo diferencia estadística

($P > .05$) entre estos últimos estratos con densidades de 1.7 y 0.1 semillas/19.6 cm² respectivamente. Por último, hubo diferencia significativa entre estratos para la posición fuera de copa ($P < .05$), siendo mayor el contenido de semillas en los estratos superficial y 0-1 cm en comparación con el estrato 1-2 cm, pero no hubo diferencia estadística entre los primeros (cuadro 4.18).

En la figura 4.2 se esquematiza el banco de semillas de mariola mostrando un gradiente descendente en sentido horizontal y vertical, tanto de las semillas totales como de las potencialmente fértiles. En el primer

CUADRO 4.18. Reserva de semillas potencialmente fértiles de mariola encontradas en plantas progenitoras para el sitio "Los Angeles"

Posición	ESTRATOS			\bar{X}
	Superficial	0-1 cm	1-2 cm	
	Semillas/19.6 cm ²			
Bajo copa	20.9 Aa	3.1 Ba	0.00 Ca	8.0
Borde de copa	15.2 Ab	1.7 Ba	0.10 Ba	5.6
Fuera de copa	2.1 Ac	0.7 ABb	0.10 Ba	0.9
\bar{X}	12.7	1.8	0.07	

1) Valores con diferente literal mayúscula entre columnas y minúscula dentro de columnas son estadísticamente diferentes entre sí ($P < .05$).

caso al pasar de la posición bajo copa a la de fuera de copa y en el segundo, al disminuir el número de semillas a medida que se profundiza.

Las mas altas densidades se encuentran en la posición bajo copa hasta su borde y en el estrato superficial con una media de 18.0 semillas potencialmente

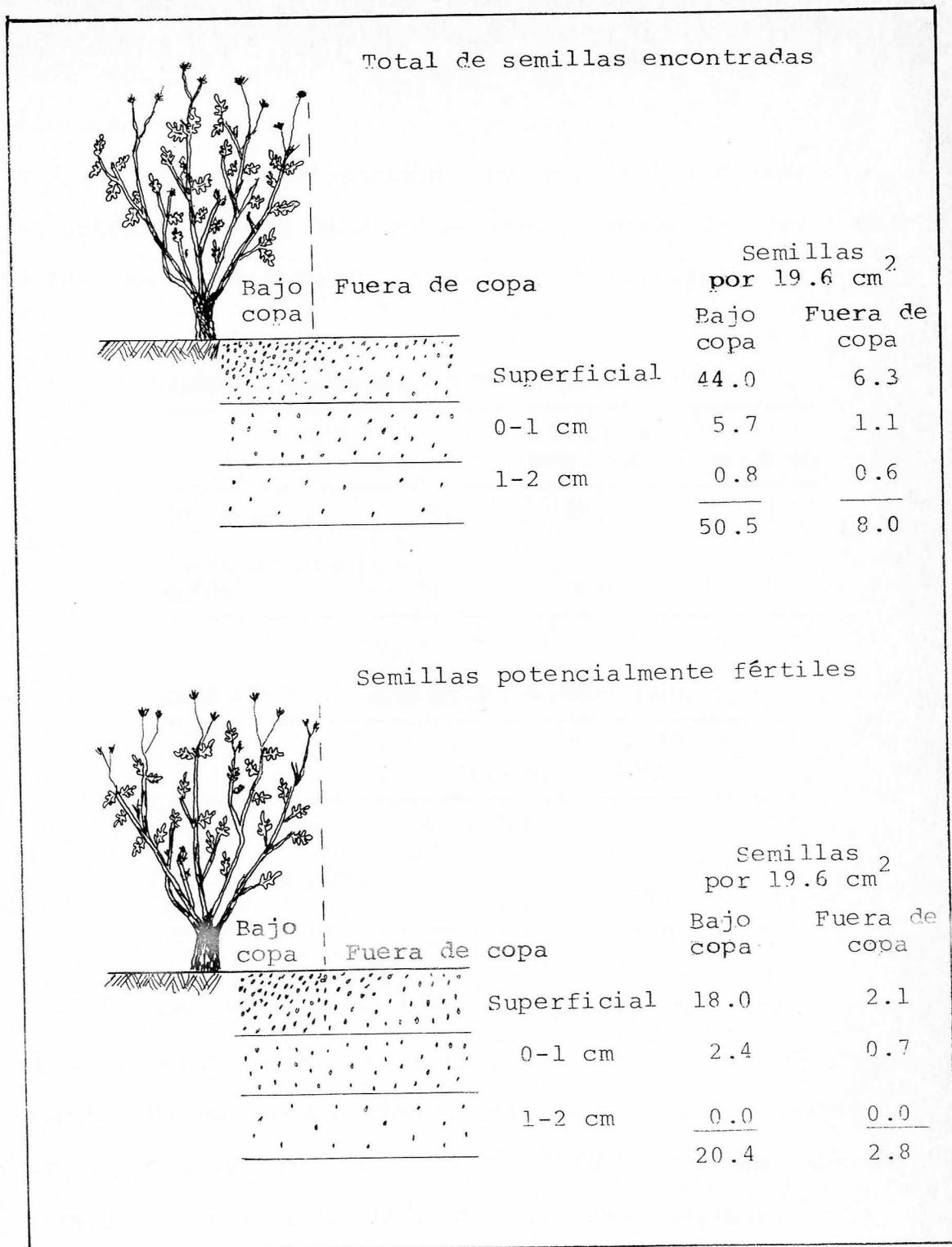


Figura 4.2 Banco de semillas de mariola bajo plantas progenitoras.

fértiles por cada 19.6 cm² de área bajo el arbusto de mariola.

Los mayores porcentajes de semilla de mariola se encontraron en las posiciones bajo y borde de copa (cuadro 4.19 y en el estrato superficial (cuadro 4.20).

CUADRO 4.19. Semillas de mariola (%) en diferentes posiciones

	P O S I C I O N		
	Bajo copa	Borde de copa	Fuera de copa
Total de semillas	49.5	43.2	7.3
Semillas potencialmente fértiles	54.7	38.7	6.6

CUADRO 4.20. Semillas de mariola (%) a diferentes estratos

	E S T R A T O S		
	Superficie	0-1 cm	1-2 cm
Total de semillas	86.5	11.5	2.0
Semillas potencialmente fértiles	87.0	12.5	0.5

Los resultados de germinación de las semillas potencialmente fértiles fueron muy bajos, con un 2.6 por ciento. Estimando que una planta de mariola del sitio LAN con una cobertura promedio de 350 cm² tiene una reserva en el suelo bajo su copa de 9108 semillas de su misma especie, de las cuales el 60 por ciento están vanas o sufren algún tipo de predación, quedando 3643 semillas potencialmente fértiles, y de éstas teóricamente pueden germinar 95 en un año dado.

DISCUSION

Cosecha en Pie de Mariola

Después de analizar los estimadores de variación (e), los coeficientes de determinación (R^2) y la significancia del análisis de residuales (Taush, 1980) asociados con las 288 ecuaciones linearizadas, se dedujo que el modelo alométrico ($\ln y = \ln a + \ln x$) fue el que mejor describió las relaciones entre predictor y las variables de fitomasa aérea de mariola; seguido del modelo lineal ($y = a + bx$) y por último del exponencial ($\ln y = \ln a + bx$), con excepción de dos componentes de fitomasa. Estos resultados concuerdan con los de otros autores para diversas especies arbustivas, (Rittenhouse y Sneva, 1977; Murray y Jacobson, 1982; Ohmann *et al.*, 1976; García, 1987; Braun y Gómez, 1975 y Bryant y Kothmann, 1979). Según éstos últimos autores el modelo alométrico fue de los mejores, especialmente cuando la estimación se realizó al final del verano y durante el invierno (crecimiento y latencia), debido a la variabilidad en la cantidad de follaje entre las plantas individuales, mientras que el modelo cuadrático dió los mejores ajustes al final de la primavera (latencia) e inicio del verano; ésto aparentemente debido al efecto de un mayor uso de las plantas por parte de los herbívoros.

Esta situación no fué observada en el caso de mariola para ninguno de los sitios a pesar de estar expuestas a ramoneo.

El modelo alométrico presentó los mas altos coeficientes de determinación (R^2) y los menores estimadores de variación (e); por otra parte, Hughes et al., (1987) encontraron que el modelo alométrico fué superior al cuadrático, tanto por su R^2 como por sus residuales, observando que el alométrico produjo consistentemente los mas altos valores de R^2 con una distribución al azar de sus residuales, mientras que el cuadrático a pesar de que produjo R^2 elevadas, ocasionalmente sus residuales no se distribuian al azar.

Por otra parte Ludwing et al., (1975) encontraron a los modelos lineal con ordenada al origen y al modelo cuadrático como los mejores para estimar los componentes de fitomasa de ocho arbustivas del Desierto Chihuahuense; sin embargo, aunque mencionan en forma genérica haber probado varios modelos curvilineares no mencionan en forma específica haber comparado al modelo alométrico con sus mejores modelos, no obstante en éstos los coeficientes de determinación fueron altos con valores de .82 a .99, siendo necesario aclarar que en este caso el número de repeticiones fluctuó entre ocho y 15 individuos. Tal vez el modelo cuadrático podría haber competido con el modelo alométrico en nuestro caso de mariola, principalmente en el sitio "Noria de Guadalupe.", dado que en algunos componentes hubo significancia de las variables omitidas

para el modelo lineal; este sitio presenta características climáticas mas similares al área donde trabajaron Ludwing et al., (1975).

El modelo alométrico fue consistente entre períodos y entre sitios, aunque las ecuaciones generadas fueron diferentes aún para un mismo componente de fitomasa entre períodos y entre sitios. Una de las causas que se podría aducir para explicar este comportamiento serían los cambios dimensionales, principalmente cobertura, que se manifiestan como resultado de la fenología de la planta, así como cambios en la densidad del follaje. Estos aspectos ya han sido considerados por otros autores; por ejemplo Bentley et al., (1970) al usar el modelo alométrico en varias arbustivas de California obtuvieron muy buenas correlaciones (.93 a .97) cuando agruparon a las plantas por clases de volumen, mientras Mason y Hutchings (1967) mejoraron sus estimaciones de fitomasa aérea de *Juniperus osteosperma* al clasificar por tres densidades de follaje (ralo, medio y denso).

Las variables independientes que mejor ajustaron con el modelo alométrico fueron volumen y cobertura, dando una mejor idea de producción, siendo la primera ocasionalmente superior a la segunda sólo por centésimas o milésimas en el valor de R^2 , seleccionando a la variable cobertura por mayor facilidad en su operatividad al trabajar con números mas pequeños al usar las ecuaciones de regresión. Estas variables han sido consistentemente las

mas relacionadas con los componentes de fitomasa aérea para diversas arbustivas, independientemente de la forma geométrica que mejor se ajuste a la figura de la planta y en base a la cual se calculan estas variables (Ludwing *et al.*, 1975; Rittenhouse y Sneva, 1977); Bryant y Kothmann, 1979; Murray y Jacobson, 1982).

De las cinco variables de fitomasa aérea, las que mostraron mas consistencia en predicción por la ecuación linearizada del modelo alométrico fueron: tallos vivos, total de tallos y fitomasa total, siendo similar su tendencia entre épocas y entre sitios. Los coeficientes de determinación (R^2) mas altos se obtuvieron para el sitio "Los Angeles" en los períodos de crecimiento y floración, pero la menor correlación de sus residuales se presentó durante el crecimiento y latencia. En "Noria de Guadalupe." los coeficientes de determinación mas altos se obtuvieron durante la floración y en esta misma época se obtuvieron los mas bajos coeficientes de correlación de sus residuales. Aparentemente este comportamiento es similar al observado por Bryant y Kothmann (1979), en el cual plantas con mayor fitomasa utilizable tuvieron un mejor ajuste con el modelo alométrico. En el caso de tallos vivos y total de tallos, sus valores estuvieron influenciados por la cobertura mas la cantidad de tallos muertos, debido probablemente a la diferencia en la edad de las plantas, la cual fue desconocida. Otro factor que influyó en los resultados para el sitio "Los Angeles" en cuanto a tallos

vivos y total de tallos fue la toma de muestras, teniendo rangos dimensionales diferentes para cada período fenológico, y en especial las medias para el período de floración fueron las mas bajas con 160.1 y 179.5 g por planta respectivamente; las muestras presentaron una tendencia a acumularse en las clases con menor cobertura.

La mayor variación se encontró con las variables tallos muertos y flores no obstante que su análisis de regresión detectó diferencia significativa ($P < .05$), indicando que existe relación entre el componente de fitomasa y su variable dimensional, pero por otra parte en los tres modelos sus ecuaciones de regresión presentaron falta de ajuste. Además, estas variables tuvieron los mas altos estimadores de variación (e), con una excepción para tallos muertos en el sitio "Noria de Guadalupe" durante el período de latencia. Los mayores coeficientes de determinación para tallos muertos se obtuvieron con diferente modelo dependiendo del período fenológico (.42 a .97); el modelo exponencial para crecimiento y el lineal para floración en ambos sitios, mientras que para latencia en "Los Angeles" lo fué el alométrico y en "Noria de Guadalupe." el lineal, todos con la variable independiente volumen. Estos resultados son contrastantes a los obtenidos por Ludwing *et al.*, (1975), los cuales obtuvieron altos coeficientes de determinación en sus ecuaciones de regresión (.87 a .99) al predecir los tallos muertos de cuatro arbustivas y sus ecuaciones no presentaron falta de

ajuste. Los modelos reportados fueron lineal y cuadrático con ordenada al origen o cuadrático normal, teniendo como variable independiente el área de cobertura y el volumen, con un tamaño de muestra de ocho a once plantas; aclarando que ninguna de estas arbustivas fue mariola. En nuestro caso de mariola una función cuadrática sólo daría mejores coeficientes de determinación para los períodos de floración y latencia en ambos sitios, dada la significancia (P) de las variables omitidas. Por otra parte el haber usado, un tamaño de muestra mayor (20 a 30) daría menores coeficientes de determinación; sin embargo Uresk *et al.*, (1977) con 20 muestras obtuvieron un coeficiente de determinación de .80 al relacionar tallos muertos de *Artemisia tridentata* con su volumen mediante el modelo lineal.

En el caso de "Noria de Guadalupe.", durante el período de latencia el componente de tallos muertos presentó un alto coeficiente de determinación, con el menor valor del estimador de variación (e), y su análisis de residuales no indicó falta de ajuste con el modelo lineal; pero la significancia de las variables omitidas nos indica que aún se lograría una mejor relación con el modelo cuadrático (cuadro 4.8). El comportamiento diferente de los tallos muertos en este período y sitio se podría atribuir a que las plantas muestreadas fueron mas altas y con mas volumen y por ende mas longevas, aunque esta situación no se presentó para "Los Angeles", sitio que presentaba

características similares para el período de latencia, quedando la explicación de un posible error de muestreo al separar tallos muertos de vivos o bien a que exista una gran variación entre plantas y que ésta se reduce al considerar plantas mas longevas en el sitio "Noria de Guadalupe.", no encontrándose referencias de situaciones similares.

En el caso de la variable flores los tres modelos presentaron falta de ajuste, a pesar de la significancia ($P < .05$) de su análisis de regresión (cuadros 4.5 y 4.6); éste resultado es parecido al de Braun y Gómez (1975) los cuales no encontraron relación entre flores y el volumen de guayule probando el modelo alométrico, al igual que Uresk *et al.*, (1977) con el modelo lineal al relacionar las flores de *Artemisia tridentata* con el diámetro de su copa.

Otra situación de falta de ajuste en los modelos analizados ocurrió con el componente hojas durante el período de latencia para el sitio "Noria de Gpuadalupe" (cuadro 4.8). De los tres modelos el que mejor ajustó fue el alométrico. Este comportamiento al parecer se debe a una fuerte disminución en la densidad de follaje al quedar plantas de diferentes dimensiones con un número reducido de hojas, situación que fué mas notoria para "Noria de Guadalupe" si se compara el mismo período fenológico con el sitio "Los Angeles". Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Bryant y Kothmann (1979) en su trabajo de estimación de follaje ramoneable, y concluyen que especies

con forma irregular de crecimiento y poco follaje disponible requieren un manejo especial para predecir su follaje, pues en estos casos se presentaron las mas bajas relaciones. Mason y Hutchings (1967) también observaron menores coeficientes de determinación con la densidad "dispersa" al compararla con la "media" y la "densa" en *Juniperus osteosperma*.

Con relación a la disponibilidad de hojas entre períodos fenológicos, los resultados indicaron al período de crecimiento como el de mayor disponibilidad, período que puede ir de los meses de junio a julio y parte de agosto, reduciéndose esta disponibilidad entre un 43 y 53 por ciento al completarse la floración en el mes de septiembre, para luego reducirse entre un 79 y 87 por ciento en la latencia, abarcando desde noviembre a mayo. Analizando la disponibilidad de hojas y las preferencias de mariola por diferentes especies de ganado, obtenidas en una misma área y en un mismo ciclo de crecimiento, se puede hipotetizar que los ovinos son los mas eficientes cosechadores de hojas de mariola, puesto que González (1986) reporta un 31 por ciento de su dieta durante el período de crecimiento, reduciéndose a un 6.5 por ciento en la floración y a 1.2 por ciento en la latencia. La siguiente especie en eficiencia serían los caprinos ya que Villalobos *et al.*, (1984) reportan 17, 12 y 26 por ciento de la dieta para los períodos de crecimiento, floración y latencia respectivamente y por último los bovinos, ya que éstos la

consumieron en un 8, 22 y 17 por ciento para los mismos períodos (Márquez *et al.*, 1984).

En cuanto a la proporción hoja:tallo, si se observa el cuadro 4.13 se puede apreciar que la mejor proporción la dan las plantas pequeñas y medianas, sugiriendo lo anterior que es más deseable tener plantas menores de 50 dm³, lo que equivaldría en la práctica a plantas de no más de 50 cm de altura, dado que plantas más altas producen más leña que follaje.

Con los resultados obtenidos se puede estimar la producción de hojas de mariola para el sitio "Los Angeles", donde se tiene una densidad de 9708 plantas ha⁻¹ y considerando los promedios ajustados de producción por planta se tendrían 565 Kg para el período de crecimiento, 268 Kg en la floración y 117.5 Kg en el letargo; cantidades nada despreciables para una sola especie si se compara con la producción atribuida a un pastizal mediano abierto al que la Comisión Técnico Consultiva Para la Determinación de los Coeficientes de Agostadero COTECOCA (1979) le asigna una producción anual alrededor de 750 Kg ha⁻¹ en condición buena.

Esta cantidad y disponibilidad de hojas sugiere la necesidad de implementar estrategias para lograr una utilización más eficiente de este arbusto en aquellas áreas donde sea dominante o codominante; así como investigar que cantidad de follaje disponible puede ser utilizado y que tipo de interrelaciones tiene mariola con las especies

asociadas que puedan interferir en su utilización.

Análisis de la "Isla de Fertilidad"

Los perfiles encontrados en la "isla de fertilidad" de mariola señalan claramente una aceleración en el proceso de formación de suelo bajo los arbustos, presentando un mejor desarrollo del horizonte A con altas concentraciones de nutrientes y materia orgánica. Al comparar el horizonte Ah1 con los Ah2 de la "isla" y el de las áreas desnudas, se observó una diferencia significativa ($P < .05$) a favor del primero en nitrógeno, materia orgánica, fósforo, potasio, conductividad eléctrica, calcio y bicarbonatos; textura, pH, magnesio, sodio, carbonatos totales, cloro y sulfatos, no mostraron diferencias significativas ($P > .05$) (cuadros 4.15 y 4.16).

El contenido de nitrógeno presente en la "isla" de mariola en los horizontes Ah1 y Ah2 (.39 y .17 por ciento) fue muy superior a los encontrados por García y Mckell (1970) en el Desierto de Mojave para gobernadora, gatuño (*Acacia greggii*) y *Cassia armata*, los cuales fueron de .06, .05 y .03 por ciento respectivamente para la profundidad superficial (0-1 cm) bajo la cobertura de los arbustos, siendo incluso superior la posición de área desnuda en el horizonte Ah2 con .14 por ciento, no obstante la tendencia decreciente tanto en el gradiente vertical al profundizar como en el gradiente horizontal al alejarse de la planta

fue similar. Esta tendencia también fue observada por Tiedemann y Klemmedson (1973) en plantas de mezquite (*Prosopis juliflora*), y por Romney *et al.*, (1980) en varios arbustos del Desierto de Mojave.

La principal contribución de nitrógeno por parte de la planta está en las raíces que se incorporan al suelo cuando mueren durante los frecuentes ciclos secos (Holmgren y Brewster, 1972), aunque los arbustos con sistemas radicales superficiales, como gobernadora, no extraen grandes cantidades de nutrientes de las áreas laterales y la acumulación de nutrientes ocurre por caída de hojas más que por nitrificación de las raíces muertas (Cox *et al.*, 1984). Esto último explica la diferencia significativa ($P < .05$) entre los horizontes Ah1 y Ah2 de la planta de mariola.

Por otra parte, el análisis de suelo aparenta que los arbustos han ocasionado una disminución en la concentración de nitrógeno en su área circundante y que éste se ha acumulado bajo su copa en los primeros cm de suelo (García y Mckell, 1970; Tiedemann y Klemmedson, 1973; Charley, 1972; Romney *et al.*, 1980); no obstante hay pocas evidencias para sugerir que la acumulación de nitrógeno bajo los arbustos está asociada con una declinación en las áreas vecinas, pues la fijación por micro-organismos en el mantillo y raíces, la actividad animal, la captación por su cobertura o el transporte de sólidos por el viento, pueden contribuir en parte a esa diferencia entre los dos micro-

hábitats (Charley y West, 1975).

Se han observado acumulaciones de materia orgánica similares a las del nitrógeno bajo la cobertura de los arbustos, como resultado de la descomposición del mantillo (Tiedemann y Klemmedson, 1973; Holmgren y Brewster, 1972; Klemmedson, 1974); la diferencia significativa ($P < .05$) entre los horizontes Ah1 y Ah2 de la "isla" de mariola es de esperarse, a causa de que la materia orgánica coloidal (humus) no se mueve fácilmente hacia los horizontes inferiores en los suelos calcáreos (Buckmann y Brady, 1966).

El patrón seguido por el fósforo en la "isla" de fertilidad ha sido variable; para algunos arbustos no se ha encontrado diferencia estadística ($P > .05$) en sus concentraciones al comparar la posición bajo copa con el área desnuda (Tiedemann y Klemmedson, 1973; Cox *et al.*, 1984), o bien dentro de una posición al comparar profundidades como en el caso de la "isla" formada por mezquite (Tiedemann y Klemmedson, 1973). Por otra parte en la "isla" de mariola observamos diferencia estadística ($P < .05$) en las concentraciones de fósforo entre horizontes, coincidiendo con Charley y West (1975) y Romney *et al.*, (1980) los cuales observaron una tendencia similar. A pesar de que el fósforo está fuertemente determinado por la presencia de sus materiales formadores, fue evidente una acumulación en los primeros 2.5 cm del suelo, como reflejo del reciclado del fósforo inorgánico, ya que el fósforo

orgánico comprende tan solo de un dos a cuatro por ciento del fósforo total (Charley y West, 1975). La cantidad de fósforo total encontrado en los suelos de mariola es muy inferior a los valores reportados para los suelos de la región árida de los Estados Unidos, que fluctúan de 343 a 581 g/m².

La diferencia en la concentración de fósforo entre los horizontes Ah1 y Ah2 de la "isla" de mariola puede atribuirse al problema de fijación que presenta este elemento. En suelos alcalinos su aprovechamiento depende del grado de fijación con el calcio y sobre todo del pH; el máximo aprovechamiento de los fosfatos ocurre cuando el pH fluctúa entre 6.0 y 7.0, formándose compuestos más insolubles fuera de este rango; los horizontes de mariola tuvieron un pH de 7.9. Por otra parte la retención de fósforo mineral puede ser más alta en suelos con un alto contenido de materia orgánica resultando un elemento muy poco lixiviable (Buckman y Brady, 1966), como es el caso del horizonte Ah1, explicándose su menor concentración en el horizonte Ah2.

A diferencia del fósforo el potasio se filtra más fácilmente de los materiales de las plantas y se espera que esto ocurra más fácil cuando la proporción entre sales solubles y capacidad de intercambio catiónico sea mayor (Charley y West, 1975), lo que explicaría mayores concentraciones en un mismo horizonte cuando éste se localiza bajo los arbustos formando parte de la "isla de

fertilidad"(cuadro 4.15).

La conductividad eléctrica señaló una mayor concentración de cationes y aniones solubles en el horizonte Ah1, pero sus valores fueron inferiores a los 2 milimhos por cm a 25 C, lo que indica que no se tienen problemas de salinidad según la escala del laboratorio de salinidad de los Estados Unidos (Richards, 1977). Esta conductividad es menor a los valores encontrados en la "isla" de gobernadora, que fluctuaron de 1.3 a 2.57 mmhos/cm (Romney *et al.*, 1980; Cox *et al.*, 1984), o bajo la cobertura de varias especies de *Atriplex* con rangos de 2.3 a 4.4 mmhos/cm, mientras que en las áreas desnudas sus valores variaron de .34 a 2.0 mmhos/cm, señalando una gran concentración de sales bajo su cobertura (Romney *et al.*, 1980; Charley y West, 1975). Aunque mariola presentó una ligera tendencia a concentrar sales bajo su copa en los primeros cm del suelo, ésta no fue tan marcada como la reportada en las especies del género *Atriplex*.

Las diferencias ($P < .05$) en concentración de iones entre los horizontes de la "isla" de mariola se limitó a los cationes calcio y potasio y al anión bicarbonato (HCO_3), no habiendo diferencia ($P > .05$) para el resto de los iones, aunque Tiedemann y Klemmedson (1973) encontraron mayores concentraciones de azufre bajo la copa de mezquite. Los resultados de mariola señalan que ninguno de los horizontes tiene problemas de salinidad o sodicidad, dado que el valor de conductividad eléctrica fue inferior a 4

mmhos y el porcentaje de sodio intercambiable fue de uno, valor muy inferior al límite de 15 por ciento. Además los valores para los iones obtenidos en el extracto de saturación del suelo están dentro de los rangos de los suelos considerados "normales" (Richards, 1977). Los iones intercambiables de mayor concentración fueron calcio, bicarbonatos y sulfatos para el horizonte Ah2 del área desnuda, con una correlación entre su presencia en las áreas adyacentes y su concentración bajo la copa de mariola. Por el contrario, el sodio presentó una disminución no significativa ($P > .05$) en el horizonte Ah1, presentando una mayor concentración en el horizonte del área desnuda; Charley (1972) observó una situación similar con el cloro en plantas de *Atriplex*.

Los resultados de salinidad obtenidos para mariola (cuadro 4.16) concuerdan en su tendencia con los presentados por Romney *et al.*, (1980) para dos especies de *Atriplex*, *Grayia spinosa*, gobernadora y *Lycium andersonii* en el Desierto de Mojave. Sin embargo sus valores fueron mucho más altos para todos los iones con excepción de los sulfatos, que los obtenidos en mariola, debido a que los suelos eran pobres en este ión, con valores para las áreas desnudas de .13 a .02 meq/l, mientras que para mariola fue de 6.0 meq/l.

Si el enriquecimiento bajo los arbustos es ante todo una redistribución de nutrientes a partir de las zonas periféricas del volumen de la raíz, entonces el desarrollo

de una "isla de fertilidad" puede ser esquematizada como en la fig 5.1, según Charley y West (1975). El estado inicial (perfil 0) representa a cualquier micrositio para el establecimiento de una arbustiva donde existe un patrón horizontal homogéneo; subsecuentemente la planta extiende su sistema radical y absorbe minerales al incrementarse tanto en profundidad como en extensión lateral; una proporción significativa de lo absorbido (alrededor de un tercio de su follaje) es localizado bajo la copa, donde después de la descomposición del mantillo por varios agentes, la mayoría de los minerales y parte del carbón se incorporan a la superficie del suelo (perfil 1); con el tiempo la distribución en profundidad se acentúa hasta que se alcanza una relativa estabilidad o muere el arbusto (perfil 2).

En zonas áridas la concentración de elementos de suministro reducido en la "isla", tales como nitrógeno, puede alcanzarse hasta la maduración del arbusto. Para otros elementos con una gran reserva inorgánica en su derredor, tales como azufre y fósforo, la acumulación en la "isla" puede proceder de manera inmediata y constante a través de la vida de la planta, proporcionando el elemento químico en cuestión. Las reacciones de precipitación o absorción en la "isla" limitan la tasa de difusión hacia las zonas circundantes en menor proporción que la tasa de incorporación hasta formar la "isla de fertilidad".

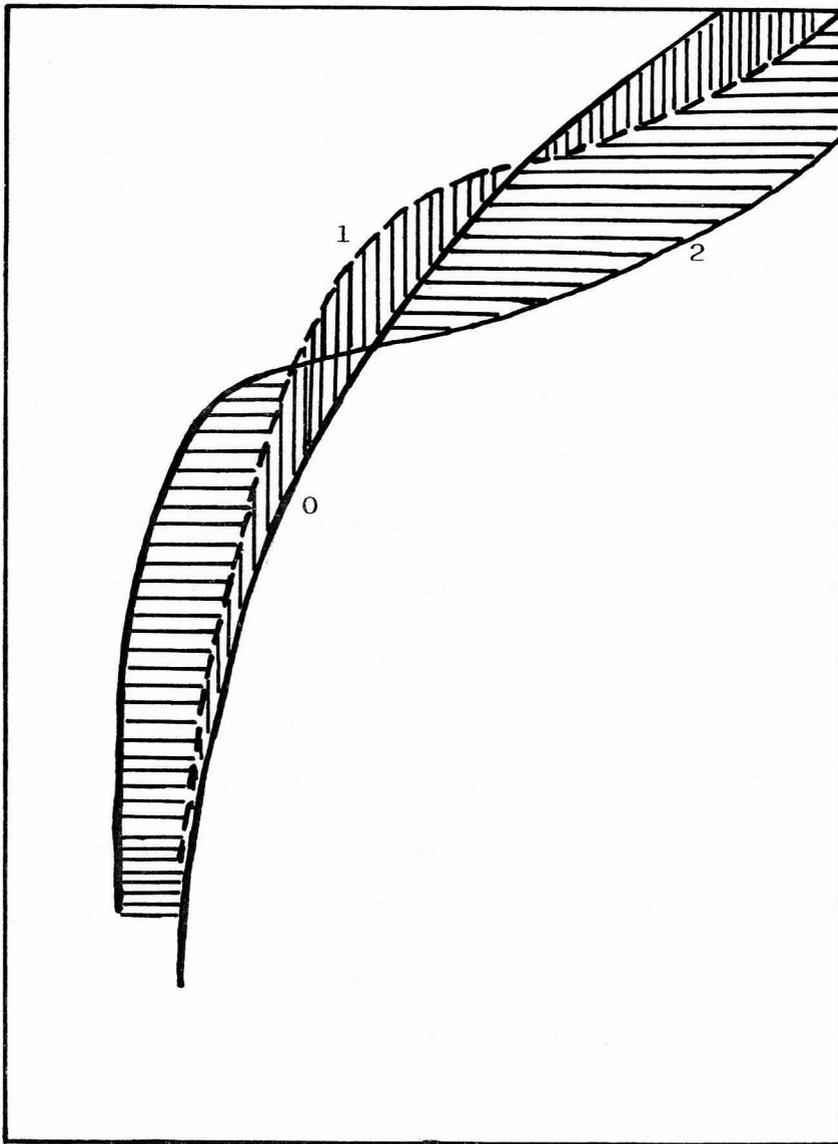


FIGURA. 5.1 Esquema de la formación de una "isla de fertilidad" bajo arbustivos desérticos.
(Ver texto)

Banco de Semillas en el Suelo

Las mayores densidades de semilla de mariola se obtuvieron bajo la cobertura de sus plantas progenitoras (cuadro 4.19), mientras que tan solo un siete por ciento fue encontrado en la zona desnuda, a más de una vez el radio de su copa. Estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Goodall y Morgan (1974), los cuáles no encontraron diferencia significativa ($P < .05$) en la población de semillas al comparar las densidades de las áreas desnudas con las encontradas bajo la cubierta de los arbustos. Estos autores encontraron una distribución de semillas heterogénea, aunque bajo ciertos tipos de cobertura encontraron una clara tendencia a una mayor concentración de semillas bajo los arbustos. Es preciso hacer notar que esta concentración de semillas coincide con la zona de acumulación de mantillo y se deduce que éste tiene una función de captura y retención de semillas.

La distribución vertical de las semillas de mariola mostró una clara concentración en el estrato superficial con el 87 por ciento de las semillas, estando el 81 por ciento bajo la cobertura y el resto en la zona desnuda (cuadro 4.20). Esta distribución coincide parcialmente con los resultados obtenidos por Childs y Goodall (1973) quienes encontraron en uno de sus sitios de muestreo de 82 a 100 por ciento de semillas pertenecientes a 14 especies en los primeros 2 cm de suelo. Solo una especie (*Astragalus*

lentiginosus) presentó el 45 por ciento de sus semillas abajo de los 2 cm. Para otro sitio el promedio fue de 61 por ciento de semillas arriba de los 2 cm.

La densidad de semillas de mariola puede catalogarse como alta si se considera únicamente el área bajo la cubierta de los arbustos progenitores, pues Harper (1977) señala densidades de 300 a 800 semillas/m² de todas las especies para áreas de zacatal abierto, 20,000 semillas/m² para áreas en disturbio con dominancia de *Sporobolus*, y de 40,000 a 75,000 semillas/m² en áreas de cultivo; mientras que para mariola sería una densidad de 25,816 semillas/m². Una planta de mariola ocupa una cobertura media para el sitio "Los Angeles" de .35 m²; la densidad de semillas para el área desnuda periférica a las plantas de mariola sería de 4080 semillas/m².

Ahora bien los resultados aquí expuestos son mediciones estáticas que no describen la dinámica del banco de semillas, pues se sabe que las especies vegetales de las zonas áridas pueden alcanzar su antesis sobre un gran rango estacional, limitado únicamente por la humedad del suelo y las bajas temperaturas. Las plantas en estas condiciones presentan una gran variación en la maduración de las semillas y solo se presentan cuando ocurren buenas precipitaciones, estimándose que solo en un 10. a 15 por ciento de los años se puede producir semilla viable (Mott, 1979). Un ejemplo de la variación en la reserva de semillas lo proporcionan Wertis y Ungar (1986) al estudiar la

demografía de las semillas de *Atriplex triangularis*, dando valores de 6600 semillas/m² en marzo, reduciéndose posteriormente hasta llegar a su nivel mas bajo en julio con 923 semillas/m², incrementándose nuevamente a partir de octubre con 1100 semillas/m², hasta llegar a su pico mas alto de 21,500 semillas/m² en enero.

Por otra parte, no se deben olvidar los mecanismos de dispersión de las semillas (viento, agua, animales particularmente hormigas y aves), y los tipos de dispersión, pues en éstos los hay de amplio espectro, los cuales exploran una gran diversidad de sitios potenciales para su germinación o bien los de pequeño movimiento, los cuales utilizan el hábitat proporcionado por sus progenitores (Mott, 1979). Los valores de las reservas de semilla de mariola en el suelo son sumamente relativos y se requiere de otro tipo de estudios para lograr un mejor entendimiento de la dinámica de su banco de semillas; no obstante los resultados aquí obtenidos dan una idea de un estado actual.

En las semillas de mariola encontradas en el suelo, se observó un 60 por ciento de aquenios vacíos, presentando únicamente su pericarpio o parte de él, siendo indicio de que las semillas están sujetas a una posible predación. Boyd y Brum (1983) señalan a los roedores y las hormigas como agentes importantes de predación de semillas de las arbustivas desérticas; estimando que los roedores dañaron el 27.5 por ciento de las semillas de gobernadora, mientras

que las hormigas removieron o destruyeron alrededor de 12,500 semillas de gobernadora por hectárea (1.25 semillas/m²) en el transcurso de un año, representando el uno por ciento de la producción. También podría suceder que una gran proporción de la producción de semilla de mariola fuera vana.

Las semillas de mariola consideradas potencialmente fértiles manifestaron muy bajos porcentajes de germinación (tan solo un 2.6 por ciento), contrastando con el 60.1 por ciento obtenido por Sierra (1987). Esta gran diferencia podría deberse a las condiciones bajo las cuáles permanecen las semillas en letargo o bien a su edad (Dereck y Black, 1985); pues Sierra (1987) obtuvo esos porcentajes de germinación a partir de semillas colectadas directamente de las inflorescencias y con una edad postcosecha de 15 meses. Las semillas permanecieron almacenadas en bolsas de papel bajo condiciones de laboratorio, no estando expuestas a la radiación solar ni a los bruscos cambios de temperatura que se registran en la superficie del suelo. Una respuesta similar encontró Winkworth (1971) al probar la germinación de *Cenchrus ciliaris* en una región desértica de Australia; las semillas almacenadas en el laboratorio incrementaron su germinación, mientras que las almacenadas bajo las condiciones del desierto la disminuyeron a un 10 por ciento en un período de dos años. Aunque no existen muchos reportes de daños a las semillas por radiación (Mc Donough, 1977), Knipe (1971) encontró que las tasas de germinación y

la germinación total de zacatón alcalino (*Sporobolus airoides*) fueron progresivamente reducidas a medida que se incrementó el tiempo de exposición a la luz. Recordemos que el 87 por ciento de las semillas de mariola fueron localizadas en la superficie del suelo, pudiendo sufrir daños por radiación; ahora bien no se determinó si las semillas que no germinaron eran viables o infértiles.

Para conocer el potencial reproductivo de mariola además de analizar en forma estática su banco de semillas, se requiere de conocer la dinámica de éste, de las condiciones para la germinación de sus semillas y el análisis de sobrevivencia de sus plántula.

CONCLUSIONES

De los modelos de regresión probados el alométrico ($y=ax^b$) fué el que mejor predijo las relaciones entre componentes de fitomasa aérea (tallos vivos, total de tallos, hojas y fitomasa total) y las dimensiones de mariola, siendo el área de cobertura la variable independiente que mejor ajustó. Para los componentes tallos muertos y flores los modelos de regresión lineal exponencial y alométrico mostraron falta de ajuste al analizar sus residuales, al igual que para el componente hojas durante el período de latencia en el sitio Noria de Guadalupe. Tanto en el sitio Los Angeles como Noria de Guadalupe en todos los períodos de evaluación (crecimiento, floración y latencia) se obtuvieron diferentes ecuaciones aún dentro de un mismo modelo de regresión, reflejo de la variación en su densidad de follaje y los intervalos de las dimensiones de las plantas.

La producción de hojas por mariola fué significativa ($p<.05$) entre períodos fenológicos. El mayor aporte ocurrió durante el período de crecimiento, reduciéndose entre un 43 y 53 por ciento durante la floración y un 79 a 87 por ciento durante el letargo, presentando mejor proporción hojas:tallo las plantas menores de 50 dm³. Para el sitio Los Angeles se estimó una

producción de 565, 268 y 117.5 kg de hojas de mariola/ha para los períodos de crecimiento, floración y latencia respectivamente, considerando la densidad encontrada de 9708 plantas/ha y una cobertura media de 3500 cm².

La "isla de fertilidad" de mariola presentó un horizonte Ah1 superficial con un espesor de 3 a 5 cm, horizonte ausente en el área desnuda. El horizonte Ah1 presentó ($P < .05$) una mayor concentración de materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, conductividad eléctrica, calcio y bicarbonatos en comparación con los horizontes Ah2 del área desnuda y de la misma "isla"; no hubo diferencia ($P > .05$) en su textura, pH, magnesio, sodio, carbonatos totales, cloro y sulfatos. Ninguno de los horizontes presentó problemas de salinidad y/o sodicidad. Se encontró evidencia de concentración de ciertos elementos bajo la cobertura de mariola restringiéndose al horizonte Ah1.

La reserva de semillas de mariola se limitó a los primeros 2 cm de profundidad en el suelo; observándose un descenso en el gradiente en su sentido vertical y horizontal. Se observó diferencia ($P < .05$) en la densidad total de semillas entre posiciones y profundidades; las mayores concentraciones se observaron bajo la cobertura de sus plantas progenitoras y en el estrato superficial con el 81 por ciento del total de semillas encontradas. Considerando todas las profundidades el 93 por ciento se encontró bajo su cobertura y el resto en la zona desnuda.

Del total de semillas de mariola, 55 a 76 por ciento presentaron daños o estaban vacías. La germinación de las semillas potencialmente fértiles fué muy baja con tan solo un 2.6 por ciento. Se estimó para una planta de mariola del sitio Los Angeles, con una cobertura media de 3500 cm², una reserva de 9108 semillas; de éstas el 60 por ciento están vacías y de las 3643 semillas restantes pueden germinar 95 en un año dado.

La mariola es un arbusto que aporta una importante cantidad de forraje en las comunidades del Desierto Chihuahuense, además contribuye a la fertilidad del suelo al acumular nutrientes en su base; presentando una moderada capacidad de reproducción, dado sus reservas de semilla y la germinación de éstas, evidenciando la necesidad de hacer un uso cuidadoso de este recurso.

RESUMEN

En el rancho demostrativo Los Angeles al sureste del Estado de Coahuila y en el campo experimental Noria de Guadalupe al noreste del estado de Zacatecas correspondientes a dos asociaciones de zacatal-matorral, se probaron tres modelos de regresión ($Y=a+bx$, $Y=ae^{bx}$ y $Y=ax^b$; lineal, exponencial y alométrico respectivamente) para establecer las mejores ecuaciones de predicción de los componentes de fitomasa aérea de mariola (tallos vivos, tallos muertos, total de tallos, hojas, fitomasa total y flores), durante los períodos fenológicos de crecimiento, floración y latencia; utilizando el análisis dimensional, teniendo como variables independientes altura, cobertura y volumen de la planta, según la figura de un cono invertido. Se comparó la producción de hojas dentro de los períodos fenológicos usando como covariable el volumen de la planta. Se analizó en forma independiente cada sitio.

En Noria de Guadalupe se analizó la "isla de fertilidad" de mariola en su sentido vertical y horizontal, determinando sus horizontes textura, pH, materia orgánica (MO), nitrógeno (N), carbonatos totales ($-CO_3$), fósforo (P), potasio (K), conductividad eléctrica (CE), calcio (Ca), Magnesio (Mg), sodio (Na), bicarbonatos ($-HCO_3$) cloruros ($-Cl$) y sulfatos (SO_4).

En Los Angeles se estimó la reserva de semillas de mariola en suelo bajo plantas progenitoras, en las posiciones: bajo copa, borde de copa y fuera de copa hasta una vez su radio. En cada posición se consideraron cinco estratos: superficial, 0-1 cm, 1-2 cm, 2-5 cm y 5-10 cm. La identificación de las semillas se hizo con lavadas, flotación y ayuda de microscopio de baja resolución. Las semillas encontradas sin daño fueron puestas a germinar bajo condiciones controladas.

El modelo alométrico fue el que mejor predijo las relaciones entre componentes de fitomasa aérea y las dimensiones de la planta. El área de cobertura fue la variable independiente que mejor ajustó. Los modelos presentaron falta de ajuste para tallos muertos y flores. En Noria de Guadalupe se observó falta de ajuste durante el período de latencia para hojas. La producción de hojas entre períodos fenológicos fue estadísticamente diferente ($P < .05$) con mayor producción durante el crecimiento, reduciéndose entre un 79 y 87 por ciento en latencia. En todos los períodos la producción de hojas fue mayor en Los Angeles que en Noria de Guadalupe. Para Los Angeles se estimó una producción de hojas de mariola de 565, 268 y 117 kg/ha para crecimiento, floración y latencia respectivamente.

La "isla de fertilidad" presentó un horizonte Ahi superficial con espesor de 3 a 5 cm, horizonte ausente en el área desnuda y un Ah2. El horizonte Ahi presentó ($P < .05$)

mayor concentración de MO, N, P, K, CE, Ca y -HCO_3 en comparación con los horizontes Ah2 de la "isla" y del área desnuda. No hubo diferencia ($P > .05$) entre horizontes para textura, pH, Mg, Na, CO_3 totales, Cl y SO_4 . Ninguno de los horizontes presentó problemas de salinidad y/o sodicidad. Hay evidencia de concentración de ciertos elementos bajo la cobertura de mariola, restringiéndose a los primeros cm de suelo.

Las semillas de mariola en el suelo se limitaron a los 2 cm de profundidad, observándose un descenso en el gradiente en su sentido vertical y horizontal. Hubo diferencia ($P < .05$) en la densidad de semillas entre posiciones y estratos; el 81 por ciento se localizó bajo la copa en el estrato superficial y el 93 por ciento considerando todas las profundidades. Las semillas estuvieron dañadas entre 55 a 76 por ciento; la germinación de las semillas completas fue de 2.6 por ciento. Para una planta promedio se estimó una reserva de 9108 semillas de mariola donde el 60 por ciento esta dañada o vacía, germinando 95 en un año dado.

LITERATURA CITADA

- Andrew, M.H., I.R. Noble and R.T. Lange. 1979. A Non-Destructive Method for Estimating the Weight of Forage on Shrubs. *Aust. Rangel. J.* 1(3):225-231. Australia.
- Andrew, M.H., I.R. Noble, R.T. Lange and A.W. Johnson. 1981. The Measurement of Shrub Forage Weight: Three Methods Compared. *Aust. Rangel. J.* 3(1):74-82. Australia.
- Barbour, M.G. and R.T. Lange. 1967. Seed Populations in Some Natural Australian Topsoils. *Ecol.* 48(1):153-155. United States of America.
- Barbour, M.G., J.H. Burk and W.D. Pitts. 1980. *Terrestrial Plant Ecology* Benjamin/Cummings Publishing Company Inc. California, United States of America. 604 p.
- Basile, J.V. and S.S. Hutchings. 1966. Twig Diameter-Weight Relations of Bitterbrush. *J. Range Manage.* 19(1): 34-38. United States of America.
- Bates, R.G. 1954. *Electrometric pH Determinations*. John Wiley & Sons, Inc. New York. United States of America.
- Beltán Del Rio, L.A.N., G. Striddels B., J.J. García V., I. Cabral C. y A. Rodríguez G. 1987. Estudio Agrológico del Rancho "Los Angeles" de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Sexto Día de Demostración Rancho Los Angeles. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, División Ciencia Animal. Buenavista, Saltillo Coah. México p 24-33.
- Bentley, J.R., D.W. Seegrism and D.A. Blakeman. 1970. A Technique for Sampling Low Shrub Vegetation by Crown Volumen Classes. U.S. Dep. Agr. Forest Serv. Res. Note PSW-125. 11p. United States of America.
- Bloss, H.E. 1979. Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae in Jojoba and Mariola. *Mycologia.* 71(4):831-835. United States of America.

- Bower, C.A. and L.V. Wilcox. 1965. Soluble Salts. in: Black, C.A., D.D. Evans, J.L. White, L.E. Ensminger and F.E. Clark. Methods of Soil Analysis. Chemical and Microbiological Properties. Agronomy No. 9. Part No.1. American Soc. of Agron., Inc. Pub. Madison, Wis. United States of America. p 1-1770.
- Bower, C.A. and R.B. Huss. 1948. Rapid conductometric method for estimating gypsum in soils. Soil Sci. 66:199-204. United States of America.
- Bowns, J.E. 1978. Methodologies For Determining Cover, Production, and Utilization of Woody Sagebrush Species. Utah State Univ. the Sagebrush Ecosystems: At Symposium. College of Natural Resource. Logan, Utah. United States of America p. 220-229.
- Boyd, R. and G.D. Brum. 1983. Postdispersal Reproductive Biology of Mojave Desert Population of *Larrea tridentata* (Zygophyllaceae). Amer. Midland Nat. 110(1):25-37. United States of America.
- Braun, R.H.W. y H. Gómez C. 1975. Biomasa y Producción Ecológica de Guayule (*Parthenium argentatum* Gray). Deserta. Inst. Argentino de Invest. de las Zonas Aridas. Mendoza, Argentina. p. 83-94.
- Bryant, F.C. and M.M. Kothmann. 1979. Variability in Predicting Edible Browse from Crown Volume. J. Range Manage. 32(2):144-146. United States of America.
- Buckman, H.O. y N.C. Brady. 1966. Naturaleza y Propiedades de los Suelos. U.T.E.H.A. Barcelona, España. 590 p.
- Cabral D., R. and N.E. West. 1986. Reference United-Based Estimates of Winterfat Browse Weights. J. Range Manage. 39(2):187-189. United States of America.
- Carpenter, L.H., O.C. Wallmo and M.J. Morris. 1973. Effect of Woody Stems on Estimating Herbage Weights with a Capacitance Meter. J. Range Manage. 26(2):151-152.
- Cavender, B.A. and R.M. Hansen. 1970. The Microscope Method Used for Hervivore Diet Estimates and Botanical Analysis of Litter and Much at the Pawee Site. Int. Biol. Progr. Grassl. Biome Tech. Rep. 18. Colorado State. Univ. 12 p. U.S.A.
- Charley, J.L. 1972. The Role of Shrubs in Nutrient Cycling. In: Mckell, C.M., J.P. Blaisdell and J.R. Goodwin (Eds.). Wildland Shrubs-Their Biology and Utilization. Forest Serv.Gen. Tech. Rep. INT-1. USDA. p. 182-203.

- Charley, J.L. and N.E. West. 1975.. Plant-Induced Soil Chemical Patterns in Some Shrub-Dominated Semi-Desert Ecosystems of Utah. *J. Ecol.* 63(3):945-963. England.
- Cheng, K.L. and R.H. Bray. 1951. Determination of calcium and magnesium in soil and plant material. *Soil Sci.* 72:449-458. United States of America.
- Cheo, C. and S. Beaupre. 1981. Evaluation of *Parthenium* Species for Resistance to *Verticillium dahliae*. *Plant Disease.* 65(8):658-661. United States of America.
- Childs, S. and D.W. Goodall. 1973. Seed Reserves of Desert Soils. US/IBP Desert Biome Research Memorandum RM 73-5. Utah. State Univ., Logan. U.S.A. 23 p.
- Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL). 1970. Monterrey. Carta de Climas. 14R-VII. Escala 1:500,000. Color: Varios UNAM. Inst. de Geol. México. 1 h.
- Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de los Coeficientes de Agostadero (COTECOCA). 1979. Coahuila. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México. 225 p.
- Correll, D.S. and M.C. Johnston. 1970. Manual of Vascular Plants of Texas. Texas Res. Fund. Renner, Texas, p. 1625. U.S.A.
- Cottam, G. and J.T. Curtis. 1956. The Use of Quadrant Measurements. *Ecol.* 37(1):57-63. United States of America.
- Cox, J.R., J.M. Parker and J.L. Stroehlein. 1984. Soil Properties in Creosotebush Communities and their Relative Effects on the Growth of Seeded Range Grasses. *Soil Sci. Soc. America J.* 48(6):1442-1445. United States of America.
- Cruz J.A., De La C., J. De La Fuente, J.G. Medina T. y R. Vázquez A. 1973. Rancho "Los Angeles". Demostrativo para Manejo de Pastizales y Ganado. Boletín SAG-Gob. de Coah.-ESAAN-UAC. Saltillo, Coah. 12 p.
- Davis, J.B., P.T. Tueller and A.C. Bruner. 1972. Estimating forage Production from Shrub Ring widths in Hot Creek, Valley, Nevada. *J. Range Manage.* 25(5):398-402. United States of America.

- Day, P.R. 1965. Particle fractionation and particle-size analysis. In: Black C.A. (Ed.). Methods of soil analysis, Part 1. Amer. Soc. Agron. Inc., Madison, Wisconsin. U.S.A. p. 552-562.
- Dereck, B.J. and M. Black. 1985. Seeds Physiology of Development and Germination. Plenum Press. New York. U.S.A. p. 89-134.
- Draper, N.R. and H. Smith. 1981. 2a. Ed. Applied Regression Analysis. John Wiley and Sons Press. New York. U.S.A. p. 141-193 y 294-379.
- Ferguson, R.B. and M.A. Marsden. 1977. Estimating Overwinter Bitterbrush Utilization from Twig Diameter-Length-Weight Relations. J. Range Manage. 30(3):231-236. United States of America.
- Fitzgerald, R.D. 1983. An Indirect Method to Estimate the Aerial Biomass of Small Single-Stemmed Woody Plants. J. Range Manage. 36(6):757-759. United States of America.
- Fletcher, J.E. and M.E. Robinson. 1956. A. Capacitance Meter for Estimating Forage Weight. J. Range Manage 9(2):96- 97. United States of America.
- García A., E. 1987. Efecto de *Flourensia cernua* D.C. en la Sobrevivencia de Plántulas de *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. y en la Fitomasa Aérea en Pie del Pastizal Mediano Abierto. Tesis. Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Coahuila, México. 151 p.
- García M., E. and C.M. Mckell. 1970. Contribution of Shrubs to the Nitrogen Economy of a Desert-Wash Plant Community Ecol. 51(1):81-88. United States of America.
- González A., M.H. 1972. Manipulating Shrub-grass Plant Communities in Arid Zones for Increased Animal Production. In: Mckell, C.M., J.P. Blasdell and J.R. Goodin (Eds.). Wildland Shrubs their Biology and Utilization. Intermountain Forest and Range Exp. Sta. Ogden Ut. USDA. Forest Serv. Tech. Rep. INT-1. p. 429-434. U.S.A.
- González G., F.J. 1986. Composición Botánica y Valor Nutricional de la Dieta de Ovinos pastoreando un Matorral Inerme Parvifolio. Tesis. Licenciatura. Facultad de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chih. México. 48 p.

- González M., H.C. 1982. Botanical Composition of Goat's Diet in Northern Zacatecas, Mexico. Tesis Maestría. Colorado State Univ. Fort Collins, Colorado. U.S.A. 41 p.
- Goodall, D. W. and S.J. Morgan. 1974. Seed Reserves in Desert Soils. US/IBP Desert Biome Research Memorandum 74-16. Utah State Univ., Logan. U.S.A. p. 129-135.
- Goodall, D.W., S. Childs and H. Wibe. 1972. Methodological and Validation Study of Seed Reserves in Desert Soils. US/IBP Desert Biome Research Memorandum RM 72-8. Utah State Univ., Logan. U.S.A. 7 p.
- Gutiérrez C.J., F.M. Smith y J.G. Medina T. 1979. Caracterización Hidrológica de la Cuenca de San Tiburcio Zacatecas. Univ. Aut. Agraria Antonio Narro. Monografía Técnico-Científica Vol. 5 No. 4. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 327 p.
- Hammond, B.L. and L.G. Polhamus. 1979. Research on Guayule (*Parthenium argentatum*) 1942-1959. Technical Bull. Num. 1327. SEA-USDA. United States of America.
- Harniss, R.O. and R.B. Murray. 1976. Reducing Bias in Dry Leaf Weight Estimates of Big Sagebrush. J. Range Manage. 29(6):430-432. United States of America.
- Harper, J.L. 1977. Population Biology of Plants. Academic Press. New York. U.S.A. p. 83-110.
- Holmgren, R.C. and S.F. Jr. Brewster. 1972. Distribution of Organic Matter Reserve in a Desert Shrub Community. Forest Serv. Res. Paper INT-30, USDA. 15 p. United States of America.
- Hughes, H.G., L.W. Varner and L.H. Blankenship. 1987. Estimating Shrub Production from Plant Dimensions. J. Range Manage. 40(4):367-369. United States of America.
- Hunter, R.B., E.M. Romney and A. Wallace. 1982. Nitrate Distribution in Mojave Desert Soils. Soil Sci. 134(1):22-30. United States of America.
- Kearney, T.H. and R.H. Peebles. 1960. Arizona Flora. 2a. ed. Univ. California Press. Berkeley, Ca. p. 891.
- Kinsinger, F.E. and G.S. Strickler. 1961. Correlation of Production with Growth and Ground Cover of Whitesage. J. Range Manage. 14(4):274-278. United States of America.

- Kjeldahl, J. 1883. Neue Methods zur Bestimmung des Stickstoffs in Organischen Korpern. Z. Anal. Chem. 22:366-392. England.
- Klemmedson, J.O. 1974. Distribution and Balance of Biomass and Nutrients in Desert Shrub Ecosystems. US/IBP Desert Biome Research Memorandum 74-6. Utah State Univ., Logan. U.S.A. p. 1-6.
- Knipe, O.D. 1971. Light Delays germination of Sacaton. J. Range Manage. 24(3):152-154. United States of America.
- Ludwing, J.A., J.F. Reynolds and P.D. Whitson. 1975. Size-biomass Relationships of Several Chihuahuan Desert Shrubs. Amer. Midland Nat. 94(2):451-461. United States of America.
- Lyon, L.J. 1968. Estimating twig Production of Serviceberry from Crown Volumes. J. Wildlife Manage. 32(1):115-119. United States of America.
- Mahgoub, E.F., R.D. Pieper and M. Ortíz. 1988. Use of Leader Lengths and Diameters to Estimate Production and Utilization of *Cercocarpus breviflorus*. J. Range Manage. 41(1):153-155. United States of America.
- Márquez N., J., J.C. Villalobos G., M.P. Vela C., A. Chávez S., G. Melgoza C. y L.C. Fierro G. 1984. Composición Botánica y Valor Nutricional de la Dieta de Bovinos pastoreando en un Matorral Inerme Parvifolio de Gobernadora (*Larrea tridentata*) en la Región Oriental del Estado de Chihuahua. Mem.X Congreso Nal. de Buiatria. Asoc. Nal. de Buiatria. p. 19-23. Acapulco, México.
- Mason, L.R. and S.S. Hutchings. 1967. Estimating Foliage and yields on Utah Juniper from Measurements of Crown Diameter. J. Range Manage. 20(3):161-166. United States of America.
- Máynez M., M.L., A. Chávez Ch. y A. Chávez S. 1984. Valor Nutricional de Especies Forrajeras a través del Año en un Matorral de Gobernadora (*Larrea tridentata*) Bol. Pastizales Rancho Exp. La Campana. INIP-SARH. 15(1):28-31. Chihuahua, México.
- McDonough, W.T. 1977. Seed Physiology. In: Sosebee, R.E. (Ed.) Rangeland Plant Physiology. Range Science Series No 4. Society for Range Manage. Denver, Colorado. United States of America.

- McGinnes, W.J. 1967. Correlation Between Annual Rings of Woody Plants and Range Herbage Production. *J. Range Manage.* 20(1):42-45. United States of America.
- Medin, D.E. 1960. Physical Site Factors Influencing Annual Production of Three Mountain Mahogany, *Cercocarpus montanus*. *Ecology.* 41(3):454-460. United States of America.
- Medina T.J.G. y J.A. De la Cruz C. 1976. Ecología y Control del Perrito de las Praderas Mexicano (*Cynomys mexicanus* Merriam) en el norte de México. Univ. Aut. Agraria Antonio Narro. Monografía Técnico-Científica Vol. 2 No. 5 Buenavista, Saltillo, Coah. México. p. 1-20.
- Meredith, J.M., K.L. Johnson and D.L. Neal. 1976. Sampling Shrub Ranges with an Electronic Capacitance Instrument. *J. Range Manage.* 29(1):78-81. United States of America.
- Miranda, F. y E. Hernández. 1963. Los tipos de Vegetación de México y su Clasificación. *Bol. Soc. Bot. de Mex.* 28(2):29-179. México, D.F. México.
- Moore, J.M. and R.W. Wein. 1977. Viable Seed Populations by Soil Depth and Potential Site Recolonization after Disturbance. *Can. J. Bot.* 55:2408-2412. Canada.
- Mott, J.J. 1979. Flowering, Seed Formation and Dispersal. In: Goodall, D.W. and R.A. Perry (Eds.). *Arid-Land Ecosystems. Volume 1.* Cambridge Univ. Press. Great Britain. p. 627-645.
- Munsell. 1975. Munsell Soil Color Charts. U.S. Dept. Agriculture Handbook 18. Soil Survey Manual. Baltimore, Maryland. United States of America. 32 p.
- Murray, R.B. and M.Q. Jacobson 1982. An Evaluation of Dimension Analysis for Predicting Shrub Biomass. *J. Range Manage.* 35(4):451-454. United States of America.
- Odum, H.T. 1968. Work Circuits and Systems Stress. In: Young, A.E. (Ed.). *Proceedings of a Symposium on primary productivity and Mineral Cycling in Natural Ecosystems.* University of Maine Press. Orono. U.S.A. p. 81-138.
- Ohmann, L.F., D.F. Grigal and R.B. Brander. 1976. Biomass Estimation for Five Shrubs from Northeastern Minnesota. USDA For. Serv. Res. Pap. NC-133. North Cent. For. Exp. Sta., St. Paul, Min. U.S.A.

- Olsen, S.R., C.V. Cole, F.S. Watanabe and L.A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. United States Dep. Agric. Cir. 939. 19 p.
- Pechanec, J.F. and G.D. Pickford. 1937. A Weight-Estimate method for Determination of Range or Pasture Production. J. Amer. Soc. Agron. 29:894-904. United States of America.
- Peña N., J.M. 1980. Método de Longitud de Renuevos para Determinar Utilización de Arbustivas. En: Melgoza C., A. y L.C. Fierro (Eds.). Manual de Métodos de Muestreo. Serie Técnico-Científica. INIP-SARH. Rancho Experimental La Campana 1(1):92-101. Chihuahua, Chih. México.
- Pieper, R.D. 1978. Measurement Techniques for Herbaceous and Shrubby Vegetation. New Mexico State Univ. Las Cruces U.S.A. 148 p.
- Provenza, F.D. and P.J. Urness. 1981. Diameter-Length-Weight Relations for Blackbrush (*Coleogyne ramosissima*) Branches. J. Range Manage. 34(3):215-217. United States of America.
- Range Inventory Standardization Committee (RISC). 1983. Draft Standard Definitions and Terminology. Rangelands. 2(4):165-167. United States of America.
- Reitemeier, R.F. 1943. Semi-microanalysis of saline soil solutions. Indus. and Engin. Chem., Analyt. 15:393-402. United States of America.
- Richards, L.A. (Ed.). 1977. Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos. Limusa. México, D.F. 172 p.
- Rittenhouse, L.R. and F.A. Sneva. 1977. A Technique for Estimating Big Sagebrush Production. J. Range Manage. 30(1):68-70. United States of America.
- Romney, E.M., A. Wallace, H. Kaaz and V.Q. Hale. 1980. The Role of Shrubs on Redistribution of Mineral Nutrients in Soil in the Mojave Desert. Brigham young University Grear Basin Naturalist Memories. No. 4. p. 124-133. United States of America.
- Ruiz de L., M.T. 1981. Determinación de la Composición Botánica de la Dieta de Caprinos en un Area Resembrada en el Municipio de Ocampo, Coah. Méx. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma del Noreste. Saltillo, Coah. México. 67 p.

- Rutherford, M.C. 1979. Plant-based Techniques for Determining Available Browse and Browse Utilization: A Review. *Bot. Rev.* 45(2):203-228. United States of America.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Edit. Limusa, México D.F. p. 105.
- Schuster, J.L. 1965. Estimating Browse from twig and Stem Measurements. *J. Range Manage.* 18(4):220-223. United States of America.
- Shafer, E.L. 1963. The twig-Count Method for Measuring Hardwood Deer Browse. *J. Wildlife Manage.* 27(4):428-437. United States of America.
- Sierra T.J.S. 1987. Germinación de Semilla de Mariola (*Parthenium incanum*) Respuesta a Dos Temperaturas y Escarificación Manual. Problema Especial. Departamento de Recursos Naturales Renovables Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 15 p.
- Snedecor, G.W. y W.G. Cochran. 1984. *Métodos Estadísticos*. Compañía Editorial Continental. (C.E.C.S.A.). México, D.F. p. 402-405.
- Sneva, F.A. and D.N. Hyder. 1962. Estimating Herbage Production on Semiarid Ranges in the Intermountain Region. *J. Range Manage.* 15(2):88-93. United States of America.
- Springfield, H.W. 1974. Using a Grid to Estimate Production and Utilization of Shrubs. *J. Range Manage.* 27(1):76-78. United States of America.
- Stark, N. 1973. Nutrient Cycling in a Desert Ecosystem. *Bull. Ecol. Soc. Amer.* 54:21. United States of America.
- Steel, R.G.D. y J.H. Torrie. 1986. *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. McGraw-Gill. México, D.F. p.166-187 y 328-367.
- Tausch, R.J. 1980. Allometric Analysis of Plants Growth in Woodlands Communities. Tesis. Doctorado. Utah State Univ. Logan, Utah. United States of America. 143 p.
- Tena J., V. Ortiz y F. Gómez. 1984. Composición Química de Zacates Nativos, Introducidos y Arbustivas en cuatro Estados Fenológicos. *Bol. Pastizales. Rancho Exp. La Campana INIP-SARH.* 15(1):10-17. Chihuahua.México.

- Tiedemann, A.R. and J.O. Klemmedson 1973. Effect of Mesquite on Physical and Chemical Properties of the Soil. *J. Range Manage.* 26(1):27-29. United States of America.
- Uresk, D.W., R.O. Gilbert and W.H. Rickard. 1977. Sampling Big Sagebrush for Phytomass. *J. Range Manage.* 30(4):311-314 United States of America.
- Vázquez A.,R. 1973. Plan Inicial de Manejo de Agostaderos en el Rancho Demostrativo "Los Angeles". Tesis. Licenciatura. Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro". Univ. Aut. de Coahuila. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 93 p.
- Vázquez R., M. 1981. Determinación de la Dieta de Caprinos en un Matorral Desértico Micrófilo del Municipio de Ocampo, Coah. Méx. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma del Noreste. Saltillo, Coah. Méx. 66 p.
- Villalobos G.J.C., J. Márquez N., M.P. Vela C., A. Chávez S. y L.C. Fierro G. 1984. Composición Botánica y Valor Nutricional de la Dieta de Caprinos Pastoreando en un Matorral Inerme Parvifolio. Mem. X Congreso Nal. de Buiatria. p. 24-28. Acapulco, México.
- Vora, R.S. 1988. Predicting Biomass of Five Shrub Species in Northeasten California. *J. Range Manage.* 41(1):63-65. United States of America.
- Walkley, A. and J.A. Black. 1934. An Examination of the Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter and a Proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method. *Soil Sci.* 37:29-38. United States of America.
- Wertis, B.A. and I.A. Ungar. 1986. Seed Demography and Seedling Survival in a Population of *Atriplex triangularis* Willd. *Amer. Midland Nat.* 116(1):152-162. United States of America.
- West, N.E. 1981. Nutrient Cycling in Desert Ecosystems. In: Goodall and Perry (Eds.). *Arid Land Ecosystems: Structure, Functioning and Management Volume 2. International Biological Programme 17.* Cambridge Univ. Press. Great Britain. p. 301-324.
- Whittaker, R.H. and G.M. Woodwell. 1968. Dimension and Production Relations of Trees and Shrubs in Brookhaven Forest. *J. Ecol* 56(1): 1-25. England.

Winkworth, R.E. 1971. Longevity of Buffel Grass Seed Sown
in an Arid Australian Range. J. Range Manage.
24(3):141-145. United States of America.

A P E N D I C E A

CUADRO A.1. Valores de P para variables omitidas con el programa de regresión stepwise para el sitio "Los Angeles" durante el período de crecimiento.

Componente	M O D E L O S		
	Lineal	Exponencial	Alométrico
Tallos vivos	.185	.048	.805
Tallos muertos	.134	.357	.809
Total de tallos	.215	.004	.801
Hojas	.025	.021	.952
Fitomasa total	.386	.061	.830

$p < .05$ * ; $p < .01$ **

CUADRO A.2. Valores de P para variables omitidas con el programa de regresión stepwise para el sitio "Los Angeles" durante el período de floración.

Componente	M O D E L O S		
	Lineal	Exponencial	Alométrico
Tallos vivos	.306	.076	.920
Tallos muertos	.021	.272	.312
Total de tallos	.248	.025	.704
Hojas	.357	.090	.616
Fitomasa total	.337	.028	.831
Flores	.251	.050	.021

$p < .05$ * ; $p < .01$ **

CUADRO A.3. Valores de P para variables omitidas con el programa de regresión stepwise para el sitio "Los Angeles" durante el período de latencia.

Componente	M O D E L O S		
	Lineal	Exponencial	Alométrico
Tallos vivos	.855	.008	.299
Tallos muertos	.003	.237	.226
Total de tallos	.396	.027	.820
Hojas	.109	.039	.589
Fitomasa total	.413	.034	.341

$p < .05$ * ; $p < .01$ **

CUADRO A.4. Valores de P para variables omitidas con el programa de regresión stepwise para el sitio "Noria de Guadalupe" durante el período de crecimiento.

Componente	M O D E L O S		
	Lineal	Exponencial	Alométrico
Tallos vivos	.005	.319	.500
Tallos muertos	.496	.406	.882
Total de tallos	.010	.318	.476
Hojas	.018	.443	.434
Fitomasa total	.010	.329	.411

p<.05 * ; p<.01 **

CUADRO A.5. Valores de P para variables omitidas con el programa de regresión stepwise para el sitio "Noria de Guadalupe" durante el período de floración.

Componente	M O D E L O S		
	Lineal	Exponencial	Alométrico
Tallos vivos	.059	.004	.807
Tallos muertos	.001	.421	.517
Total de tallos	.009	.006	.616
Hojas	.351	.009	.951
Fitomasa total	.025	.004	.730
Flores	.023	.006	.012

p<.05 * ; p<.01 **

CUADRO A.6. Valores de P para variables omitidas con el programa de regresión stepwise para el sitio "Noria de Guadalupe" durante el período de latencia.

Componente	M O D E L O S		
	Lineal	Exponencial	Alométrico
Tallos vivos	.015	.008	.696
Tallos muertos	.045	.237	.226
Total de tallos	.005	.027	.481
Hojas	.166	.039	.783
Fitomasa total	.004	.034	.474

p<.05 * ; p<.01 **

CUADRO A.7. Análisis de regresión con el modelo alométrico para el sitio "Los Angeles" durante el período de crecimiento.

Tallos vivos vs cobertura					a= -4,304	R ² = .97	
A	N	D	E	V	A		
Fuente	G L		S C	C M	F C	Ft	
Regresión	1		132.7	132.7	829.4	*	
Error	23		3.679	.1600			
Total	24		136.4				
Total de tallos vs cobertura					a= -3.941	R ² = .95	
A	N	D	E	V	A		
Fuente	G L		S C	C M	F C	Ft	
Regresión	1		118.5	118.5	442.6	*	
Error	23		6.158	.2678			
Total	24		124.7				
Hojas vs cobertura					a= -3.161	R ² = .96	
A	N	D	E	V	A		
Fuente	G L		S C	C M	F C	Ft	
Regresión	1		73.48	73.48	611.6	*	
Error	23		2.763	.1201			
Total	24		76.24				
Fitomasa aérea vs cobertura					a= -3.380	R ² = .97	
A	N	D	E	V	A		
Fuente	G L		S C	C M	F C	Ft	
Regresión	1		114.9	114.9	818	*	
Error	23		3.231	.1405			
Total	24		118.1				

CUADRO A.8. Análisis de regresión con el modelo alométrico para el sitio "Los Angeles durante el período de floración.

Tallos vivos vs cobertura					a= -8,702	R ² = .90	
A	N	D	E	V	A		
Fuente	G L		S C	C M	F C	Ft	
Regresión	1		28.36	28.36	208	*	
Error	23		3.135	.1363			
Total	24		31.5				
Total de tallos vs cobertura					a= -8.959	R ² = .89	
A	N	D	E	V	A		
Fuente	G L		S C	C M	F C	Ft	
Regresión	1		29.87	29.87	189.1	*	
Error	23		3.634	.1580			
Total	24		33.51				

CUADRO A.8. Continuación.

Hojas vs cobertura						a= -4.753	R ² = .89				
A	N	D	E	V	A						
Fuente			G	L	S	C	C	M	F	C	Ft
Regresión			1		10.19		10.19		191.9		*
Error			23		1.221		.0531				
Total			24		11.41						

Fitomasa aérea vs cobertura						a= -7.170	R ² = .90				
A	N	D	E	V	A						
Fuente			G	L	S	C	C	M	F	C	Ft
Regresión			1		23.65		23.65		217.5		*
Error			23		2.50		.1087				
Total			24		25.15						

CUADRO A.9 Análisis de regresión con el modelo alométrico para el sitio "Los Angeles durante el periodo de latencia.

Tallos vivos vs cobertura						a= -6.387	R ² = .94				
A	N	D	E	V	A						
Fuente			G	L	S	C	C	M	F	C	Ft
Regresión			1		32.47		32.47		301.9		*
Error			18		1.936		.1075				
Total			19		34.4						

Total de tallos vs cobertura						a= -5.734	R ² = .91				
A	N	D	E	V	A						
Fuente			G	L	S	C	C	M	F	C	Ft
Regresión			1		28.61		28.61		180.8		*
Error			18		2.849		.1583				
Total			19		31.46						

Hojas vs cobertura						a= -6.55	R ² = .90				
A	N	D	E	V	A						
Fuente			G	L	S	C	C	M	F	C	Ft
Regresión			1		20.08		20.08		172.3		*
Error			18		2.098		.1165				
Total			19		22.18						

Fitomasa aérea vs cobertura						a= -6.299	R ² = .94				
A	N	D	E	V	A						
Fuente			G	L	S	C	C	M	F	C	Ft
Regresión			1		32.54		32.54		330.4		*
Error			18		1.774		.09851				
Total			19		34.32						

CUADRO A.10. Análisis de regresión con el modelo alométrico para el sitio "Noria de Guadalupe" durante el período de crecimiento.

Tallos vivos vs cobertura						a= -4.724	R ² = .93
A	N	D	E	V	A		
Fuente			G L	S C	C M	F C	Ft
Regresión			1	43.63	43.63	295.4	*
Error			23	3.397	.1477		
Total			24	47.02			
Total de tallos vs cobertura						a= -4.835	R ² = .92
A	N	D	E	V	A		
Fuente			G L	S C	C M	F C	Ft
Regresión			1	45.05	45.02	282.1	*
Error			23	3.671	.1596		
Total			24	48.69			
Hojas vs cobertura						a= -4.216	R ² = .94
A	N	D	E	V	A		
Fuente			G L	S C	C M	F C	Ft
Regresión			1	28.8	28.8	351	*
Error			23	1.887	.082		
Total			24	30.69			
Fitomasa aérea vs cobertura						a= -4.123	R ² = .94
A	N	D	E	V	A		
Fuente			G L	S C	C M	F C	Ft
Regresión			1	40.8	40.8	323.1	*
Error			23	2.905	.1263		
Total			24	43.70			

CUADRO A.11. Análisis de regresión con el modelo alométrico para el sitio "Noria de Guadalupe" durante el período de floración.

Tallos vivos vs cobertura						a= -5.462	R ² = .97
A	N	D	E	V	A		
Fuente			G L	S C	C M	F C	Ft
Regresión			1	67.68	67.68	1140	*
Error			28	1.662	.0593		
Total			29	69.34			
Total de tallos vs cobertura						a= -5.571	R ² = .97
A	N	D	E	V	A		
Fuente			G L	S C	C M	F C	Ft
Regresión			1	69.77	69.77	909	*
Error			28	2.148	.0767		
Total			29	71.92			

CUADRO A.11. Continuación.

Hojas vs cobertura					a= -4.056	R ² = .91					
A	N	D	E	V	A						
Fuente		G	L		S	C	C	M	F	C	Ft
Regresión		1			29.75		29.75		299.9		*
Error		28			2.778		.0992				
Total		29			32.53						
Fitomasa aérea vs cobertura					a= -4.798	R ² = .97					
A	N	D	E	V	A						
Fuente		G	L		S	C	C	M	F	C	Ft
Regresión		1			61.77		61.77		951		*
Error		28			1.819		.0649				
Total		29			63.59						

CUADRO A.12. Análisis de regresión con el modelo alométrico para el sitio 'Noria de Guadalupe' durante el período de latencia.

Tallos vivos vs cobertura					a= -4.019	R ² = .93					
A	N	D	E	V	A						
Fuente		G	L		S	C	C	M	F	C	Ft
Regresión		1			26.0		26.04		294.7		*
Error		22			1.944		.0883				
Total		23			27.98						
Total de tallos vs cobertura					a= -4.411	R ² = .94					
A	N	D	E	V	A						
Fuente		G	L		S	C	C	M	F	C	Ft
Regresión		1			28.65		28.65		361.7		*
Error		22			1.743		.0792				
Total		23			30.4						
Hojas vs cobertura					a= -6.035	R ² = .94					
A	N	D	E	V	A						
Fuente		G	L		S	C	C	M	F	C	Ft
Regresión		1			19.15		19.15		68.85		*
Error		22			6.121		.2782				
Total		23			25.27						
Fitomasa aérea vs cobertura					a= -4.305	R ² = .94					
A	N	D	E	V	A						
Fuente		G	L		S	C	C	M	F	C	Ft
Regresión		1			28.25		28.25		356.8		*
Error		22			1.741		.0791				
Total		23			29.99						

CUADRO A.13. Análisis de regresión para tallos muertos en el sitio "Los Angeles".

LAN Crecimiento

Modelo exponencial

Tallos muertos vs volumen

$a = .2495$

$R^2 = .77$

A N D E V A

Fuente	GL	SC	CM	FC	Ft
Regresión	1	50.66	50.66	80.26	*
Error	23	14.52	.6312		
Total	24	65.18			

LAN Floración

Modelo lineal

Tallos muertos vs volumen

$a = -7.392$

$R^2 = .59$

A N D E V A

Fuente	GL	SC	CM	FC	Ft
Regresión	1	7559	7559	34.35	*
Error	23	5062	220.1		
Total	24	12620			

LAN Latencia

Modelo alométrico

Tallos muertos vs volumen

$a = -11.35$

$R^2 = .67$

A N D E V A

Fuente	GL	SC	CM	FC	Ft
Regresión	1	35.24	35.24	8.982	*
Error	18	17.39	.9663		
Total	19	52.63			

CUADRO A.14. Análisis de regresión para tallos muertos en el sitio "Noria de Guadalupe"

NOG Crecimiento

Modelo exponencial

Tallos muertos vs volumen

$a = .2561$

$R^2 = .28$

A N D E V A

Fuente	GL	SC	CM	FC	Ft
Regresión	1	16.05	16.05	8.982	*
Error	23	41.09	1.786		
Total	24	57.13			

NOG Floración

Modelo lineal

Tallos muertos vs volumen

$a = -8.81$

$R^2 = .42$

A N D E V A

Fuente	GL	SC	CM	FC	Ft
Regresión	1	8185	8185	20.69	*
Error	28	11080	395.6		
Total	29	19260			

CUADRO A.14. Continuación.

NOG Latencia
 Modelo lineal $a = -8.6$ $R^2 = .97$
 Tallos muertos vs volumen

A	N	D	E	V	A				
Fuente				GL	SC	CM	FC	Ft	
Regresión				1	73620	73620	889.1	*	
Error				22	1822	82.81			
Total				23	75450				

CUADRO A.15. Análisis de regresión para flores en los sitios "Los Angeles" y "Noria de Guadalupe".

LAN
 Modelo alométrico
 Flores vs volumen $a = -9.813$ $R^2 = .73$

A	N	D	E	V	A				
Fuente				GL	SC	CM	FC	Ft	
Regresión				1	18.28	18.28	62.35	*	
Error				23	6.744	.2932			
Total				24	25.03				

NOG
 Modelo lineal
 Flores vs cobertura $a = .0405$ $R^2 = .42$

A	N	D	E	V	A				
Fuente				GL	SC	CM	FC	Ft	
Regresión				1	189.9	189.9	20.87	*	
Error				28	254.7	9.097			
Total				29	444.6				

CUADRO A.16. Análisis de residuales para tallos muertos con las mejores variables en los sitios "Los Angeles" y "Noria de Guadalupe", indicando falta de ajuste.

LAN crecimiento
 Modelo exponencial
 Tallos muertos vs volumen $R^2 = .22$

A	N	D	E	V	A				
Fuente				GL	SC	CM	FC	Ft	
Regresión				1	23.54	23.54	6.588	*	
Error				23	82.18	3.573			
Total				24	105.7				

CUADRO A.16. Continuación.

LAN floración

Modelo lineal

Tallos muertos vs volumen

 $R^2 = .40$

A N D E V A

Fuente	G L	S C	C M	F C	Ft
Regresión	1	2030	2030	15.40	*
Error	23	3032	131.8		
Total	24	50626			

LAN latencia

Modelo alométrico

Tallos muertos vs volumen

 $R^2 = .47$

A N D E V A

Fuente	G L	S C	C M	F C	Ft
Regresión	1	102.4	102.4	15.89	*
Error	18	116.0	6.447		
Total	19	218.5			

NOG crecimiento

Modelo exponencial

Tallos muertos vs volumen

 $R^2 = .73$

A N D E V A

Fuente	G L	S C	C M	F C	Ft
Regresión	1	279.5	279.5	62.81	*
Error	23	102.3	4.450		
Total	24	381.8			

NOG floración

Modelo lineal

Tallos muertos vs volumen

 $R^2 = .57$

A N D E V A

Fuente	G L	S C	C M	F C	Ft
Regresión	1	6369	6369	37.89	*
Error	28	4706	168.1		
Total	29	11070			

NOG latencia

Modelo lineal

Tallos muertos vs volumen

 $R^2 = .02$

A N D E V A

Fuente	G L	S C	C M	F C	Ft
Regresión	1	43.97	43.97	.54	*
Error	22	1777	80.79		
Total	23	1821			

CUADRO A.17. Análisis de residuales para flores en los sitios "Los Angeles" y "Noria de Guadalupe" y hojas en "Noria de Guadalupe".

LAN floración
Modelo alométrico
Flores vs volumen

$R^2 = .27$

A	N	D	E	V	A				
Fuente				GL	SC	CM	FC	Ft	
Regresión				1	1.818	1.818	8.485	*	
Error				23	4.928	.2143			
Total				24	6.746				

NOG floración
Modelo lineal
Flores vs cobertura

$R^2 = .57$

A	N	D	E	V	A				
Fuente				GL	SC	CM	FC	Ft	
Regresión				1	145.9	154.9	37.56	*	
Error				28	108.8	3.885			
Total				29	254.7				

NOG latencia
Modelo alométrico
Hojas vs cobertura

$R^2 = .24$

A	N	D	E	V	A				
Fuente				GL	SC	CM	FC	Ft	
Regresión				1	1.482	1.482	7.031	*	
Error				22	4.638	.2108			
Total				23	6.121				

CUADRO A.18. Análisis de covarianza para producción de hojas de mariola en el sitio "Los Angeles", teniendo como covariable el volumen de la planta.

A	N	D	E	V	A	para volumen.			
Fuente				GL	SC	CM	FC	Ft	
Tratamientos				2	$.1359 \times 10^{11}$	$.6796 \times 10^{10}$	1.252	NS	
Error				67	$.3636 \times 10^{12}$	$.5427 \times 10^{10}$			

A	N	D	E	V	A	para peso de hojas.			
Fuente				GL	SC	CM	FC	Ft	
Tratamientos				2	$.1483 \times 10^5$	7414	5.752	**	
Error				67	$.8635 \times 10^5$	1289			

Análisis de covarianza

Fuente	GL	SC	CM	FC	Ft
Covariable	1	$.4249 \times 10^5$	$.4249 \times 10^5$	63.94	**
Tratamientos	2	$.2439 \times 10^5$	$.1220 \times 10^5$	18.35	**
Error	62	$.4386 \times 10^5$	664.5		

CUADRO A.19. Análisis de covarianza para producción de hojas de mariola en el sitio "Noria de Guadalupe", teniendo como covariable el volumen de la planta.

A N D E V A para volumen.					
Fuente	G L	S C	C M	F C	Ft
Tratamientos	2	.2547x10 ¹¹	.1273x10 ¹¹	2.267	NS
Error	76	.4270x10 ¹²	.5618x10 ¹⁰		

A N D E V A para peso de hojas.					
Fuente	G L	S C	C M	F C	Ft
Tratamientos	2	.1098x10 ⁵	5491	14.53	**
Error	76	.2872x10 ⁵	377.9		

Análisis de covarianza					
Fuente	G L	S C	C M	F C	Ft
Covariable	1	3292	3292	9.707	**
Tratamientos	2	.1301x10 ⁵	6507	19.19	**
Error	75	.2543x10 ⁵	339.1		

CUADRO A.20. Análisis de varianza para componentes de fertilidad de la "isla de fertilidad" en plantas de mariola para el sitio "Noria de Guadalupe".

Nitrógeno (%)					
A N D E V A	G L	S C	C M	F C	Ft
Tratamientos	2	6.967	3.483	20.41	**
Error	15	54.17	3.611		

Materia orgánica (%)					
A N D E V A	G L	S C	C M	F C	Ft
Tratamientos	2	145.7	72.86	20.18	**
Error	15	54.17	3.611		

Carbonatos totales (%)					
A N D E V A	G L	S C	C M	F C	Ft
Tratamientos	2	18.42	9.21	4.105	*
Error	15	33.65	2.243		

Fósforo (kg/ha)					
A N D E V A	G L	S C	C M	F C	Ft
Tratamientos	2	6160	3080	11.05	**
Error	15	4181	278.7		

CUADRO A.20. Continuación.

Potasio (kg/ha)					
A N D E V A					
Fuente	G L	S C	C M	F C	Ft
Tratamientos	2	631500	315700	14.86	**
Error	15	318700	21250		

CUADRO A.21. Análisis de varianza para componentes de salinidad de la "isla de fertilidad" para plantas de mariola en el sitio "Noria de Guadalupe".

Conductividad (mmhos/cm)					
A N D E V A					
Fuente	G L	S C	C M	F C	Ft
Tratamientos	2	1.950	.9752	50.49	**
Error	15	.2897	.01931		

Calcio (meq/lt)					
A N D E V A					
Fuente	G L	S C	C M	F C	Ft
Tratamientos	2	118.1	59.06	13.66	**
Error	15	64.83	4.322		

Magnesio (meq/lt)					
A N D E V A					
Fuente	G L	S C	C M	F C	Ft
Tratamientos	2	4.0	2.0	1.875	NS
Error	15	16.0	1.067		

Sodio (meq/lt)					
A N D E V A					
Fuente	G L	S C	C M	F C	Ft
Tratamientos	2	.1305	.06527	.745	NS
Error	15	1.313	.08756		

Potasio (meq/lt)					
A N D E V A					
Fuente	G L	S C	C M	F C	Ft
Tratamientos	2	4.094	2.047	22.7	**
Error	13	1.172	.0901		

Carbonato ácido (meq/lt)					
A N D E V A					
Fuente	G L	S C	C M	F C	Ft
Tratamientos	2	90.42	45.21	15.74	**
Error	13	37.33	2.872		

CUADRO A.21. Continuación.

Cloro (meq/lt)							
A	N	D	E	V	A		
Fuente	G	L	S	C	C M	F C	Ft
Tratamientos	2		.2292		.1146	.872	NS
Error	13		1.708		.1314		

Sulfatos (meq/lt)							
A	N	D	E	V	A		
Fuente	G	L	S	C	C M	F C	Ft
Tratamientos	2		29.4		14.7	2.076	NS
Error	13		92.08		7.083		

CUADRO A.22. Análisis de varianza para semillas totales de mariola encontradas en su banco de semillas en el sitio "Los Angeles".

A	N	D	E	V	A		
Fuente	G	L	S	C	C M	F C	Ft
Posiciones	2		68.71		34.35	19.43	**
Profundidad	2		317.6		158.8	89.81	**
Interacción	4		58.68		14.67	8.297	**
Error	81		143.2		1.768		

CUADRO A.23. Análisis de varianza para semillas potencialmente fértiles de mariola encontradas en su banco de semillas en el sitio "Los Angeles".

A	N	D	E	V	A		
Fuente	G	L	S	C	C M	F C	Ft
Posiciones	2		29.65		14.83	28.84	**
Profundidad	2		111.4		55.71	108.4	**
Interacción	4		29.48		7.371	14.34	**
Error	81		41.65		.5141		

APENDICE B

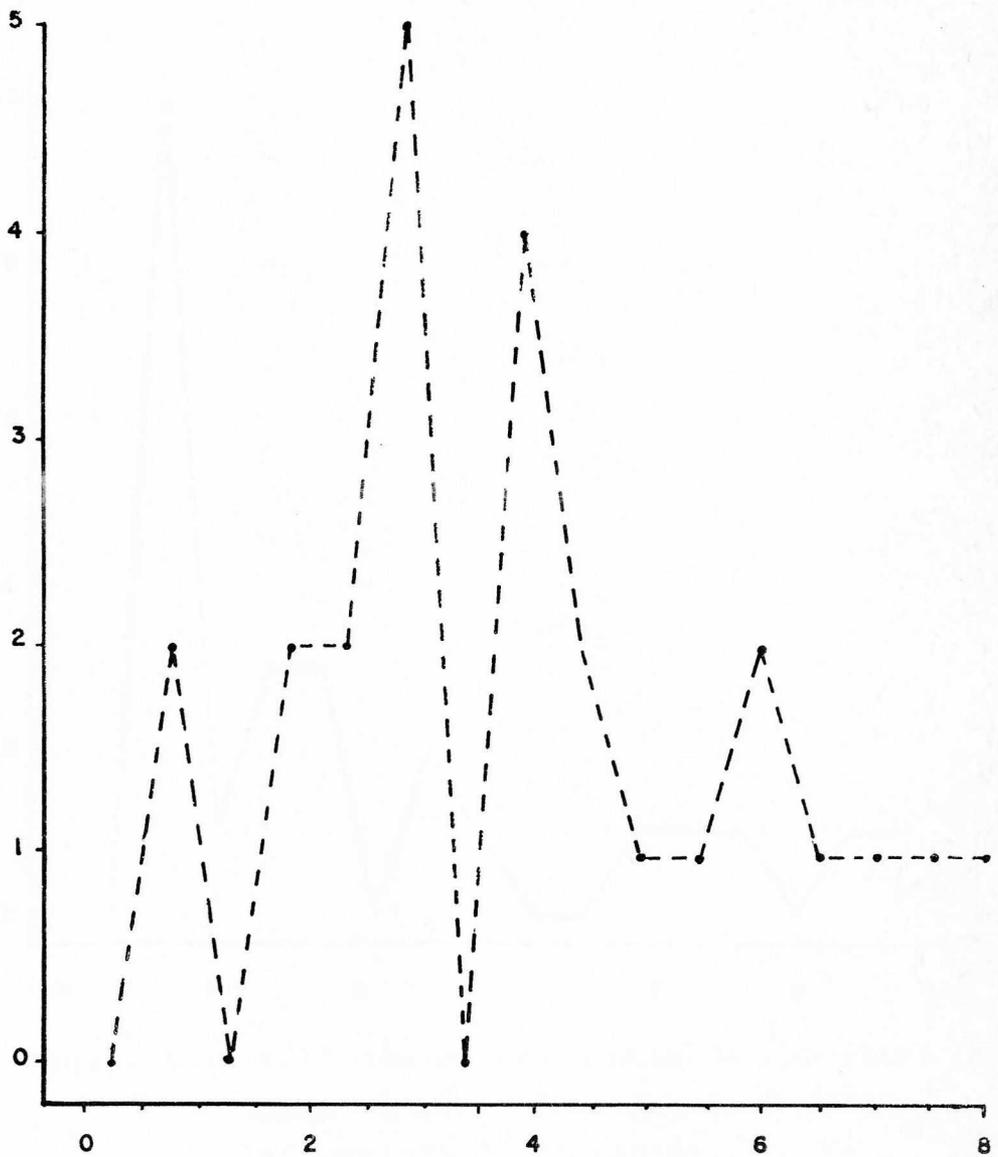


Figura A.1 Polígono de frecuencias de cobertura para el sitio "Los Angeles" durante el período de crecimiento.

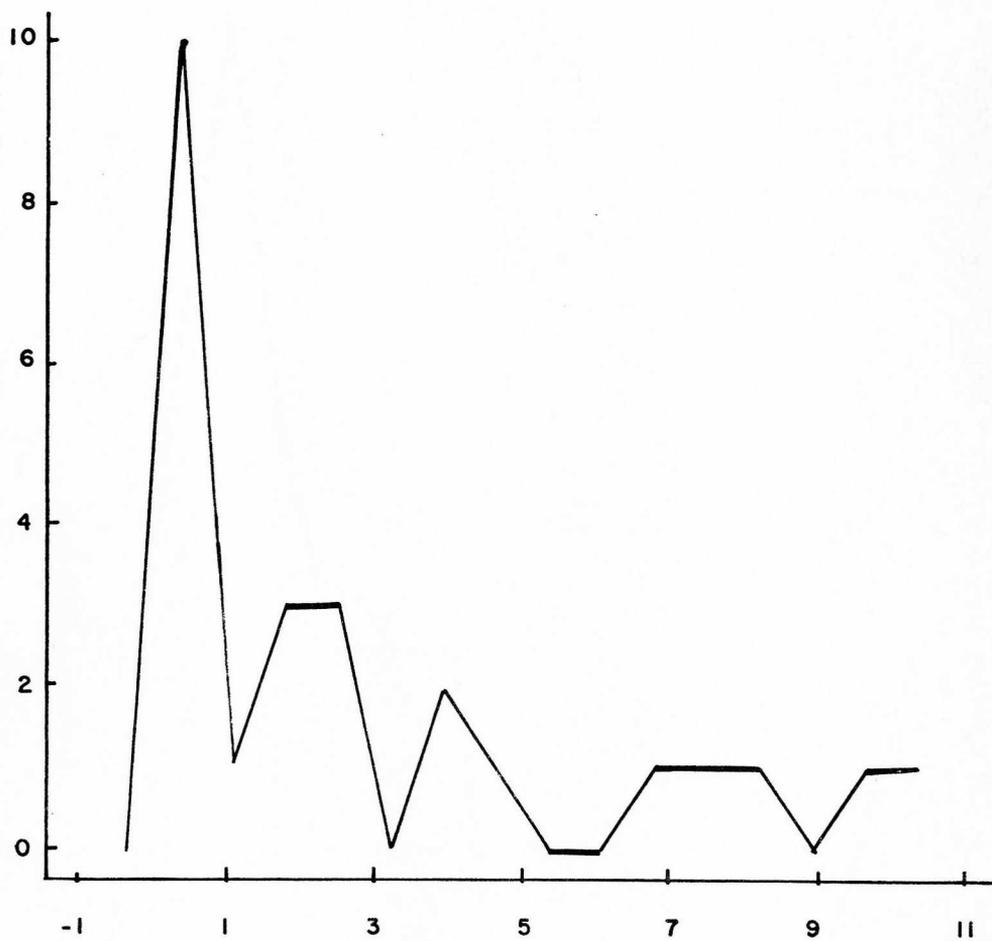


Figura A.2 Polígono de frecuencia de cobertura para el sitio "Los Angeles" durante el período de floración.

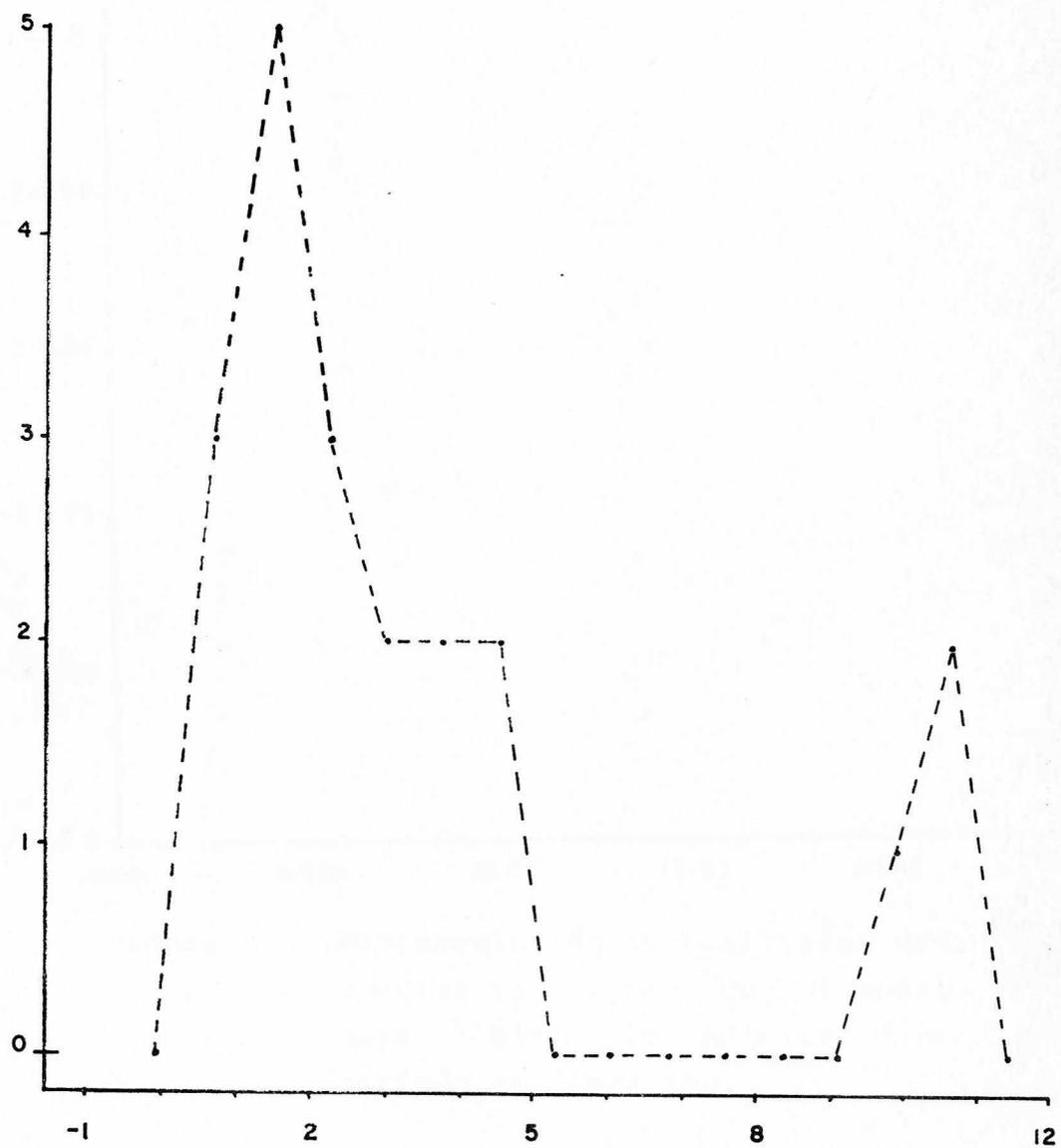


Figura A.3 Polígono de frecuencias de cobertura para el sitio "Los Angeles" durante el período de latencia.

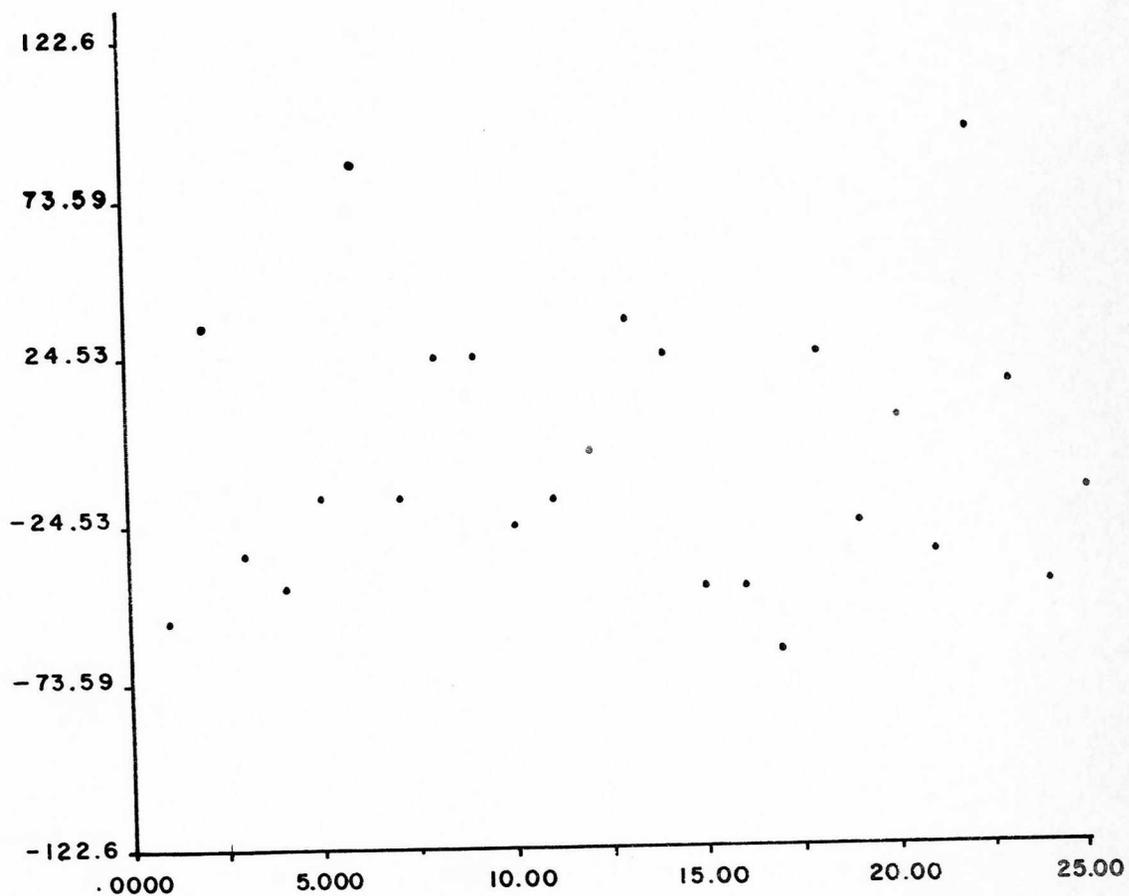


Figura A.4 Representación de residuales para tallos muertos vs volumen, con el modelo lineal para el sitio "Los Angeles" durante el período de floración.

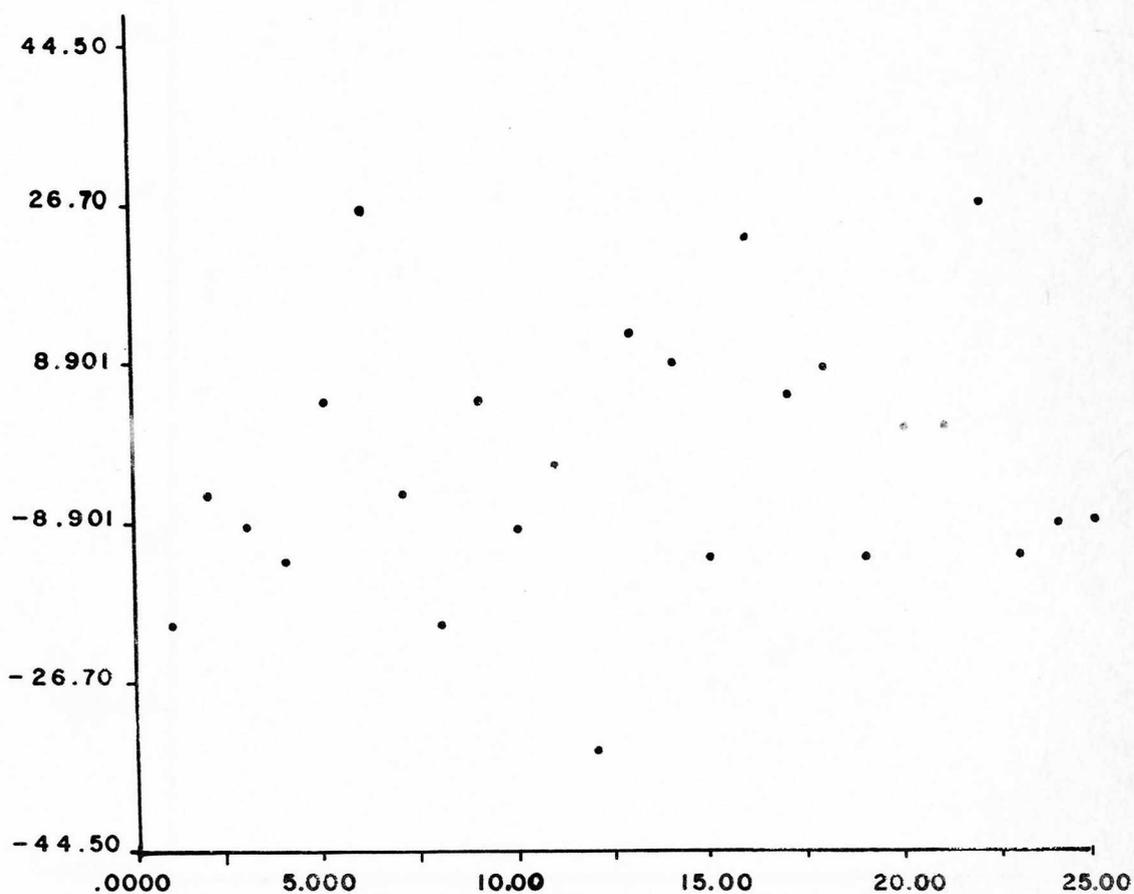


Figura A.5 Representación de residuales para tallos muertos vs cobertura con el modelo lineal para el sitio "Los Angeles" durante el período de floración.

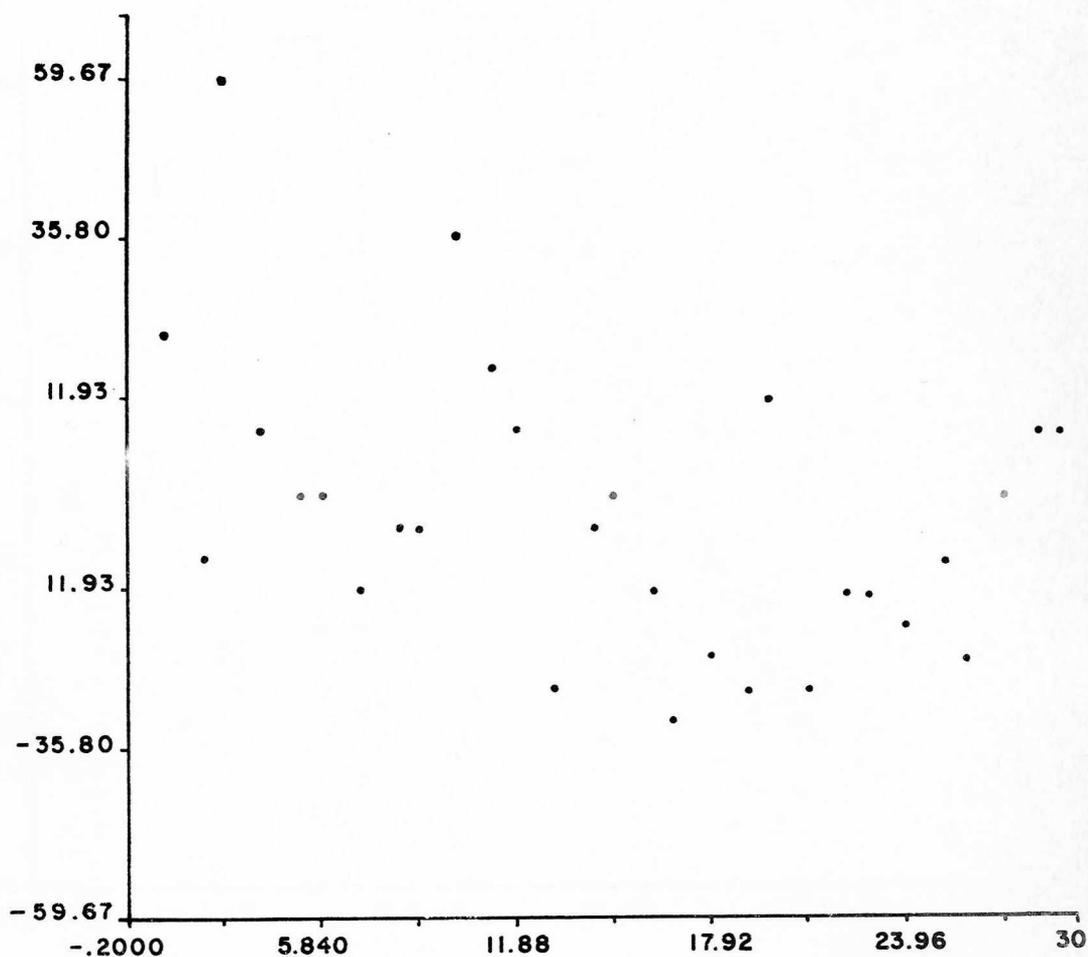


Figura A.6 Representación de residuales para tallos muertos vs volumen, con el modelo lineal para el sitio "Moria de Guadalupe durante el período de floración.

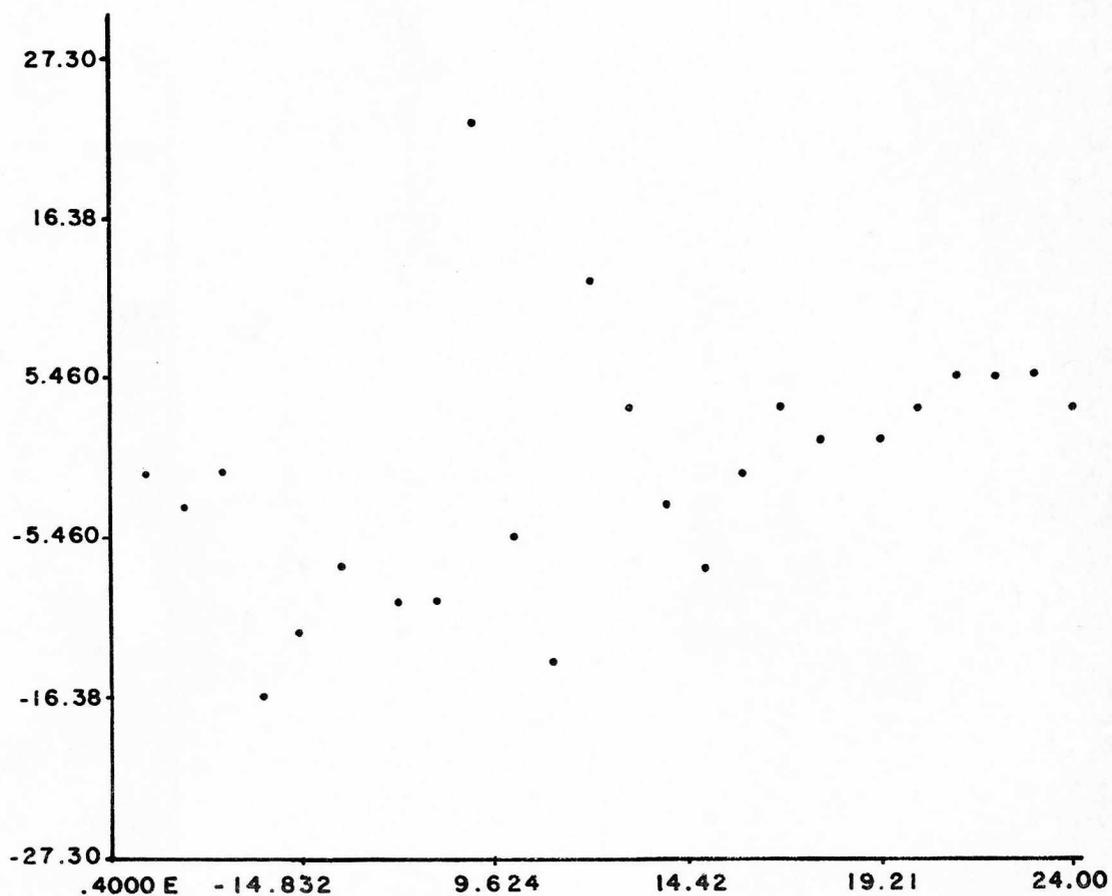


Figura A.7 Representación de residuales para tallos muertos vs volumen, con el modelo lineal para el sitio "Noria de Guadalupe" durante el período de latencia.

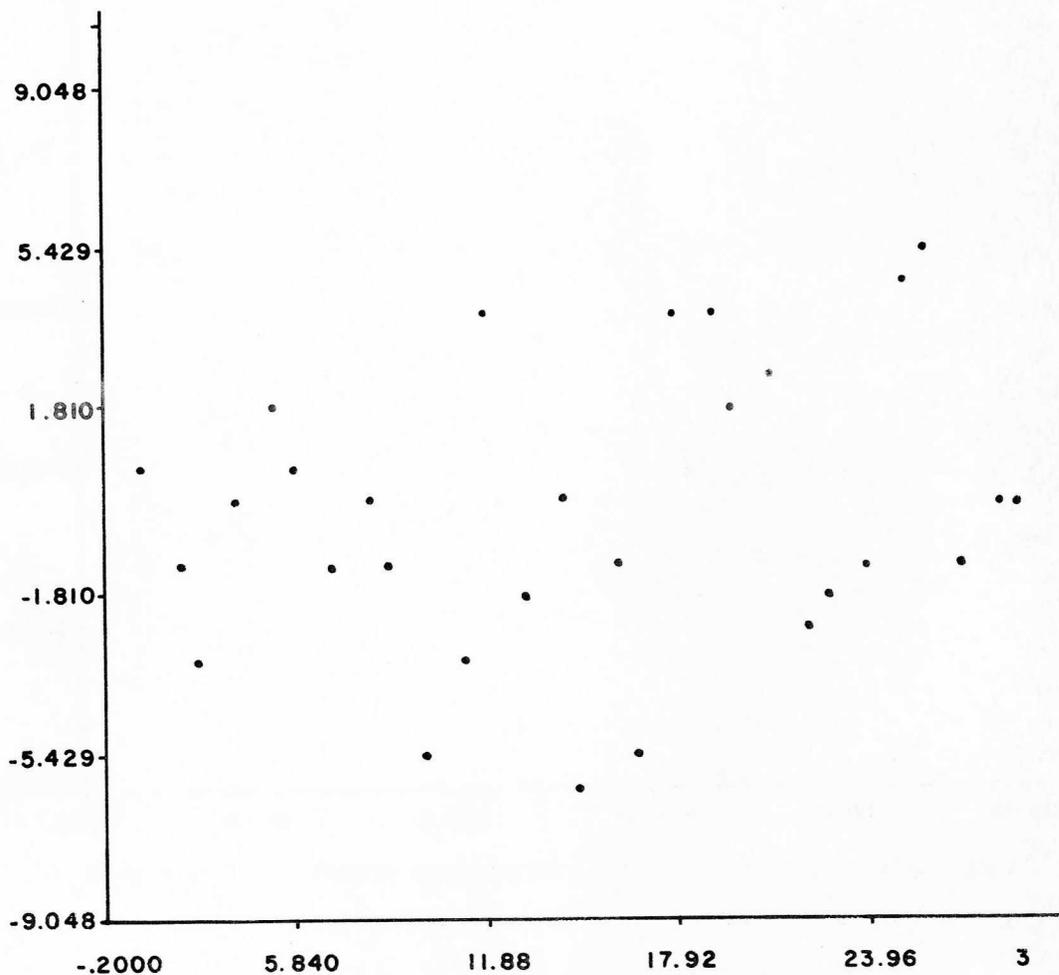


Figura A.8 Representación de residuales para flores vs cobertura, con el modelo lineal para el sitio "Noria de Guadalupe" durante el período de floración.

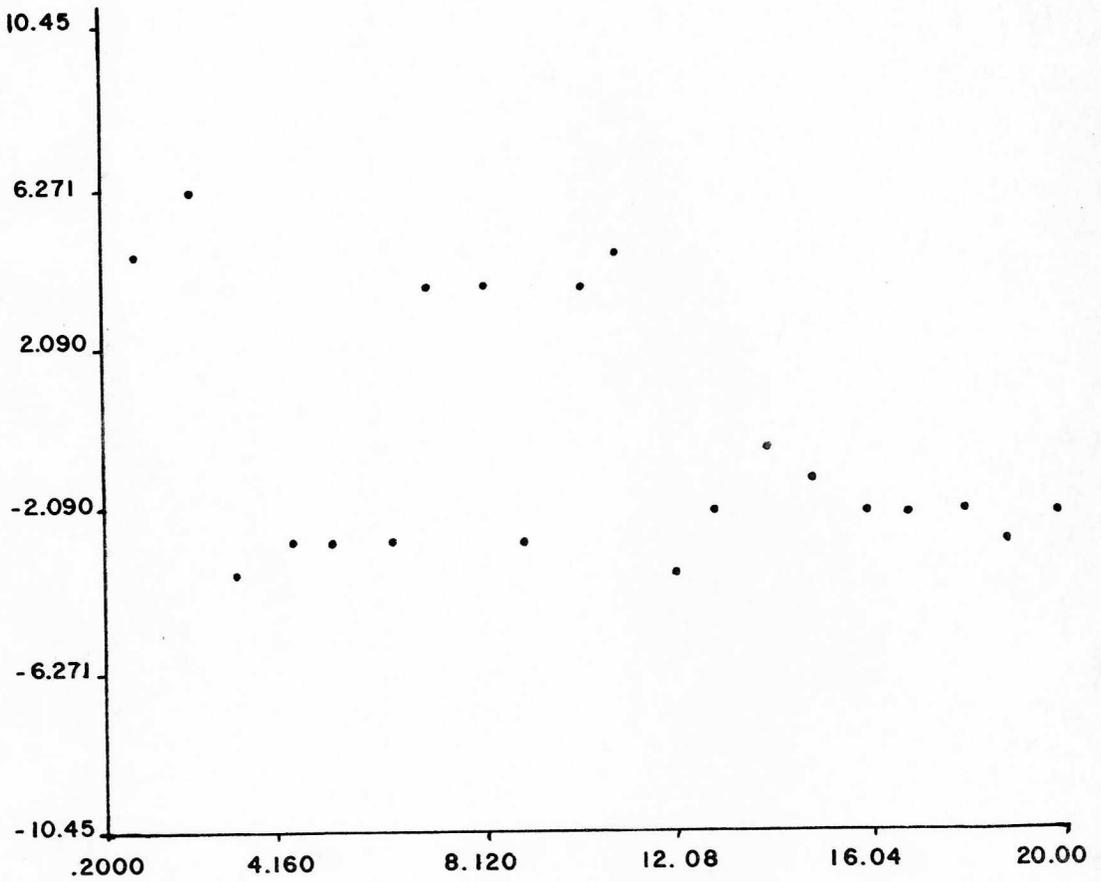


Figura A.9 Representación de residuales para tallos muertos vs volumen, con el modelo exponencial para el sitio "Los Angeles" durante el período de latencia.

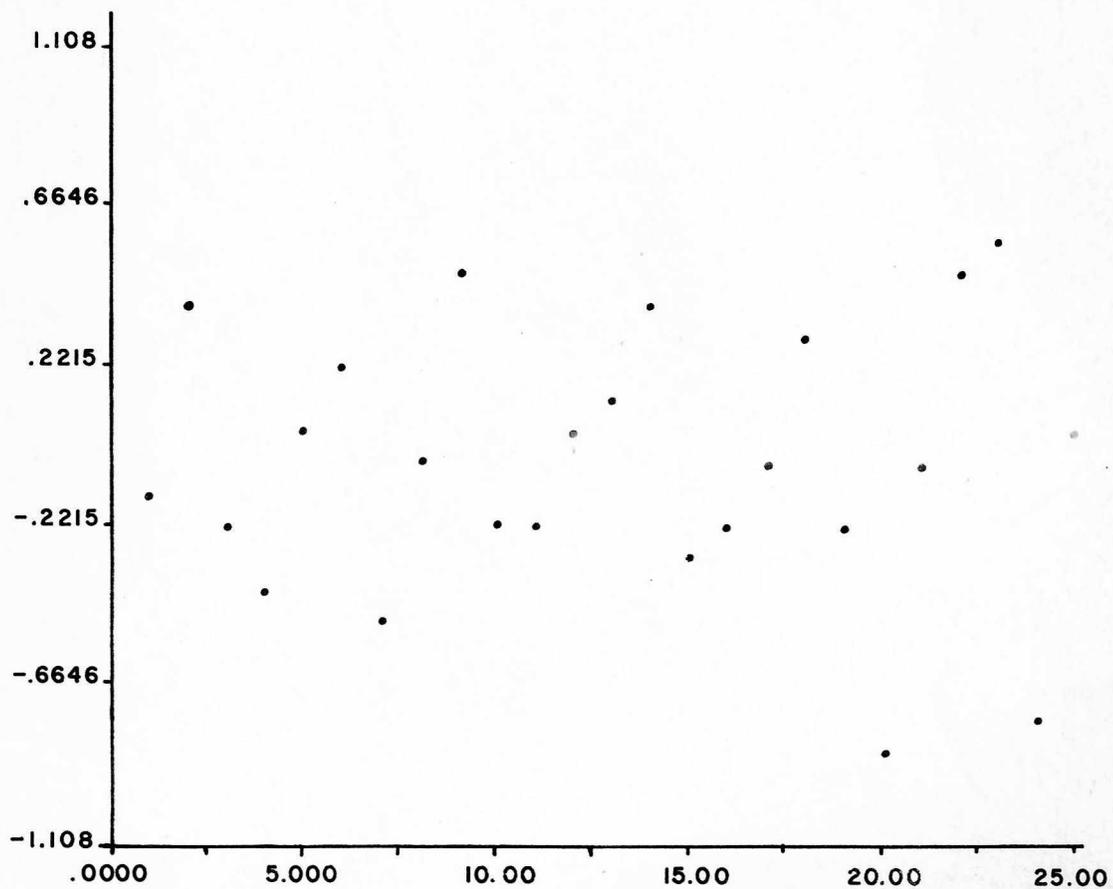


Figura A.10 Representación de residuales para tallos muertos vs cobertura, con el modelo alométrico para el sitio "Los Angeles" durante el período de floración.