

"ESTRUCTURA POBLACIONAL Y BIOMASA EN JOJOBA,  
*Simmondsia chinensis* (Link) Schneider,  
EN UNA POBLACION COSTERA EN PUERTO LIBERTAD, SONORA."

TESIS

Sometida a la consideración de la  
Escuela de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

por

Luis Gerardo Mayoral Peña

Como requisito parcial para obtener  
el título de Ingeniero Agrónomo  
con especialidad en Fitotecnia.

Julio de 1985.

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess



Esta tesis fue realizada bajo la dirección del Consejo Particular y aprobada y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

INGENIERO AGRONOMO EN :  
FITOTECNIA

CONSEJO PARTICULAR :

ASESOR: Ing. Agustín Romo Ayala.

CONSEJERO: Dr. Damián Martínez Heredia.

CONSEJERO: M.S. Donald Johnson Gordon.



Agradezco al Personal del Centro de Investigaciones Cientificas y Tecnologicas de la Universidad de Sonora por el apoyo brindado para la elaboraci3n de la Tesis, en especial a Alejandro Castellanos V. por su valiosa direcci3n.

Agradezco a las personas del Ejido Victoria y Libertad grupo No.2 por la ayuda prestada durante el tiempo de elaboraci3n de este trabajo, en especial a Virginia y Chacho.



Dedico este trabajo a:

Jesús y Lupita, por esperar tanto tiempo hasta verlo concluido y por haber confiado siempre que así sería.

Maria de los Angeles y Nero Bruno, por haber participado de mis ausencias... estoicamente.

A las personas interesadas en que me titulara, que si no me ponen la soga al cuello, no lo logran.



## CONTENIDO

INTRODUCCION .....	1
LITERATURA REVISADA .....	3
MATERIAL Y METODOS .....	30
RESULTADOS Y DISCUSION .....	44
CONCLUSIONES .....	68
BIBLIOGRAFIA .....	71



## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO No.1 Características Fisico-Químicas del suelo (valores medios) para el área experimental. ....	35
CUADRO No.2 Densidad de Plantas de Jojoba por Cuadro. ....	39
CUADRO No.3 Distribución de Frecuencias de Altura y Cobertura para Individuos Ginoicos de Jojoba..	46
CUADRO No.4 Distribución de Frecuencias de Altura y Cobertura para Individuos Androicos de Jojoba.	47
CUADRO No.5 Distribución de Frecuencias de Altura y Cobertura para Individuos Pre-Reproductivos de Jojoba. ....	48
CUADRO No.6 Características de la Jojoba para las diferentes clases de cobertura en el Muestreo Destructivo. ....	55
CUADRO No.7 Ecuaciones de Regresión usadas para la Determinación indirecta de la Biomasa Aérea.....	58
CUADRO No.8 Valores Medios de Biomasa Estimada (en grs.) para cada Clase en un Bloqueo por Sexos. ....	63
FIGURA No.1 Localización del Sitio y Área Experimental. ....	31
FIGURA No.2 Marcha de la Temperatura y Precipitación .....	33
FIGURA No.3 Histograma para Frecuencia Relativa de Altura en Hembras (% del total). ....	51
FIGURA No.4 Histograma para Frecuencia Relativa de Cobertura en Hembras (% del total). ....	51
FIGURA No.5 Histograma para Frecuencia Relativa de Altura en Machos (% del total). ....	52
FIGURA No.6 Histograma para Frecuencia Relativa de Cobertura en Machos (% del total). ....	52
FIGURA No.7 Histograma para Frecuencia Relativa de Altura en Pre-Reproductivos (% del total). ....	53
FIGURA No.8 Histograma para Frecuencia Relativa de Cobertura en Pre-Reproductivos (% del total). ....	53



INDICE DE CUADROS cont.

FIGURA No.9 Dispersión de puntos y Recta de Regresión para Hembras. ....	59
FIGURA No.10 Dispersión de puntos y Recta de Regresión para Machos. ....	60
FIGURA No.11 Dispersión de puntos y Recta de Regresión para Pre-Reproductivos. ....	61
FIGURA No.12 Valores Medios de Biomasa Estimada (por Clase); y de Producción estimada por Clase. ....	64
FIGURA No.13 Producción de Semilla para Diferentes Coberturas en Individuos Ginoicos de Jojoba. ....	67



## RESUMEN

Las características de la Jojoba la sitúan dentro de algunas especies con cualidades deseables que se manejan como una de las alternativas de siembra para regiones áridas.

En este trabajo se hizo la estimación de la biomasa dividiendo la población en clases según su tamaño (altura y cobertura) habiéndose efectuado un censo general de medidas tomándose todas las plantas presentes en el área de estudio.

Se complementó con muestreos destructivos periódicos en donde se registraron medidas longitudinales y pesos secos que se utilizaron para obtener las ecuaciones de regresión para las estimas de biomasa aérea total, lográndose además entre otras cosas, conocer ciertos parámetros de fácil obtención que mantuvieron una relación directa con la biomasa.



## INTRODUCCION

Las características fisiológicas de la Jojoba, *Simmondsia chinensis* (LINK) Schneider, la hacen aparecer como un cultivo potencial para las Zonas Aridas del mundo (35). La característica de productor de una cera líquida única en el género vegetal (34), la sitúa dentro de algunas especies con cualidades deseables que se manejan como una de las alternativas de siembra para regiones aridas y semi-aridas en contraste con los cultivos tradicionales que para nuestra región se han manifestado como grandes consumidores de insumos y de altos costos ecológicos.

Debido a esto, en la jojoba se han hecho algunos trabajos de investigación, orientados a ampliar el panorama sobre diversas fases de su comportamiento (36). En nuestro caso es específica la tendencia a conocer la conducta ecofisiológica de poblaciones silvestres, a partir de la cual, se pretende elaborar estrategias para explotar y conservar adecuadamente el recurso.

En el presente trabajo se plantea como objetivo determinar la estructura poblacional y el cultivo estable o biomasa de una población silvestre altamente productiva.

Este trabajo de tesis forma parte de estudios mas amplios que tratarán sobre productividad primaria neta y asignación de energía, que actualmente se llevan a cabo en el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de



la Universidad de Sonora ( CICTUS ).

De esta manera, será posible hacer extensivos los conocimientos para otras poblaciones silvestres del Desierto Sonorense.



## I.- GENERALIDADES

*Simmondsia chinensis* es un arbusto endémico del Desierto Sonorense, que se distribuye en las regiones áridas de Sonora, en Baja California y escasamente en el Suroeste de Estados Unidos (16).

Algunos autores han resaltado la importancia de promover estudios sobre diversos aspectos del comportamiento de la jojoba, ya que actualmente son escasos. En el estado actual de la investigación en la región, se ha hecho énfasis en la necesidad de efectuar estudios fisiológicos y ecológicos, para comprender la conducta de las poblaciones de jojoba, tanto cultivadas como silvestres. Estudios sobre aspectos agronómicos y ecofisiológicos han sido conducidos con el fin de ampliar su conocimiento, tendientes a lograr un aprovechamiento adecuado del recurso (6,11,20,23,28,31,33).

En los últimos años, los estudios sobre biomasa, productividad y bioenergéticos han aumentado considerablemente, a diversos niveles, y debido a diferentes factores, se han desarrollado mayormente los estudios sobre ambientes marinos, mas que los terrestres, afortunadamente, tanto a nivel regional como a otros niveles, se ha enfocado hacia ésto, existiendo algunos trabajos donde se resalta dicho aspecto (6,8,18,21,28,31,38).



## II.-ESTRUCTURA DE LA POBLACION

"La vegetación se puede entender como un ensamblaje de plantas que crecen juntas en un sitio y que se caracteriza por sus especies componentes o por la combinación de sus características funcionales y estructurales que definen la apariencia o fisionomía de la población" (12).

Existe un rango amplio de métodos para describir la vegetación, existen también diferencias entre algunos autores respecto a la definición de estructura. Chapman (12) define la Fisionomía como la apariencia de la vegetación, su altura, color, abundancia y tamaño y forma de la hoja. Aunque puedan parecer muy evidentes, estos caracteres resultan de una combinación de rasgos funcionales y estructurales. Las características funcionales son aquellas que cumplen un rol adaptativo para sobrevivir en ambientes específicos. Las características estructurales se refieren al arreglo vertical y horizontal de los componentes de la vegetación. Kershaw (19) define la estructura de la vegetación como una combinación entre: el arreglo vertical de las especies, (la estratificación); el arreglo horizontal de las especies (la distribución espacial de los individuos); y finalmente, la abundancia de cada especie.

Este último componente se puede expresar de maneras



diversas, desde un conteo de individuos en un área (densidad), al peso seco del material vegetal producido en un área dada (rendimiento).

Para el actual trabajo nos ajustaremos a los términos propuestos por Castellanos (10) quien establece que la estructura de la vegetación esta delimitada por:

- a) la estratificación de las especies en la comunidad originada por las formas de vida presentes,
- b) por la distribución horizontal (patrón) de las especies, y por
- c) la densidad, la altura, y la dominancia ecológica o fisionómica.

El término de "estrato" se entiende como unidades ecológicas de igual biotipo (10).

La distribución espacial produce un "patrón" que permite que los individuos de las poblaciones estén regularmente espaciados, amontonados o distribuidos al azar.

La mayor cobertura de cada estrato ejerce influencia sobre la dominancia, ya que presupone mayor habilidad competitiva y por lo tanto mayor biomasa total.

La densidad (número de individuos por unidad de área), dentro de los atributos de una población, es una de las mediciones mas fácilmente obtenidas al efectuar el censo de una población.

La frecuencia, depende del tamaño del cuadro, y se define como la oportunidad de encontrar un individuo en un



área particular , en una muestra particular (12).

La altura es definida como la altura lineal tomada entre la posición del brote vegetativo superior mas alto y el suelo (10).

La cobertura (dentro de las medidas basadas en florística) se define como la proporción del terreno ocupada por una proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos de las especies en consideración y generalmente se expresa en porcentajes (12).

### III.- BIOMASA EN LA POBLACION

El estudio de la producción primaria, asignación de nutrientes y flujo de energía, son importantes al intentar comprender la función de las comunidades naturales, pero se debe tener presente que éstos representan solamente un estudio particular del problema y que los otros puntos de vista en ecología pueden ser justamente tan importantes al ayudar a obtener un análisis mas completo en la comprensión de ecosistemas y procesos ecológicos.

Aunque la producción parece ser la mejor característica simple para jerarquizar u ordenar especies de acuerdo a su significancia funcional en la comunidad, en algunos casos, la biomasa u otras expresiones particulares de ésta, pueden resultar apropiadas (39).

El flujo de energía en los diversos sistemas ecológicos ha sido materia de muchos estudios. La



importancia del nivel trófico primario en el funcionamiento del ecosistema completo, hace de las medias de producción primaria una actividad esencial al cuantificar el flujo de energía.

El comportamiento funcional de los individuos en el interior de la población, determina la presencia de una cierta cantidad de biomasa retenida en los diferentes componentes de un individuo.

Esta biomasa en el interior de la población va acumulándose a diferentes velocidades que dependen de las tasas de producción desarrolladas por la especie en épocas diferentes, determinando el cultivo estable para la población.

#### 1.- Definición, Conceptos y Unidades.

En la mayoría de los estudios de estimación de la biomasa, se ha hecho el cálculo en base a estudios indirectos, obteniéndose ésta, por la relación de un muestreo destructivo (generalmente hecho al final de la estación de crecimiento o del ciclo de estudio) con registros de medidas longitudinales para los componentes de la biomasa (3,6,13,30,32,43).

La asimilación de materia orgánica por una comunidad vegetal en un periodo (ejm.: un año), incluyendo la respiración, es la producción primaria gruesa o producción primaria bruta. La producción gruesa menos la respiración



(o la formación de tejidos vegetales y sustancias de reserva durante el periodo) es la producción primaria neta o simplemente producción primaria (26).

La unidad de estudio comunmente será un sistema biológico completo por ejm: la suma total de los cultivos estables, los cuales son las poblaciones de organismos vivos en consideración, en un área definida, en un tiempo definido.

La biomasa así entendida, es la cantidad total de materia viva presente en un momento dado, en un sistema biológico. Para esto, se incluye la madera, la corteza (puede no estar viva) sin incluirse raíces y brazos muertos. En este contexto, deberá ser expresado en términos de peso seco o peso seco libre de cenizas (en algunos casos). La biomasa se puede estimar directamente por pesado o indirectamente a partir de medidas de volumen y densidad de los diversos componentes involucrados (26).

Más concretamente, Chapman (12) define;

**PRODUCTIVIDAD PRIMARIA NETA:** Cantidad de materia orgánica incorporada por una planta o un área de vegetación (Productividad Primaria Bruta menos la pérdida debida a respiración) en un periodo de tiempo determinado.

**BIOMASA O CULTIVO ESTABLE:** Peso de materia orgánica por unidad de área presente en algun componente particular del ecosistema, en un instante particular de tiempo.

La relación entre biomasa y productividad con respecto al tiempo ha sido dada en forma normalizada en



los manuales producidos por el International Biological Programme (IBP), en términos de:

$$P_n = DB + L + G$$

donde:

DB = Cambios en biomasa durante el periodo de  $t_1 \rightarrow t_2$

L = Pérdida vegetal por muerte y deposición durante el periodo de  $t_1 \rightarrow t_2$ .

G = Pérdida vegetal por pastoreo, etc. durante el periodo de  $t_1 \rightarrow t_2$ .

$P_n$  = producción neta por la comunidad durante  $t_1 \rightarrow t_2$  (12).

En vez de medir la biomasa dos veces en  $t_1$  y  $t_2$ , las plantas en estudio pueden ser cosechadas una sola vez al final de la estación de crecimiento ( $t_2$ ), y por medio de análisis de tallos y separación del material vegetal en órganos formados en el año en curso y partes más viejas, podemos estimar la cantidad de material nuevo, formado en el último periodo del año ( $D_t$ ).

La cantidad obtenida por este procedimiento corresponde a  $(P_n - L_n - G_n)$ , la producción neta se estima entonces como:

$$P_n = B_{2n} + L_n + G_n. \quad (26).$$

Todas las unidades deberán ser métricas, las cuales indican la magnitud de producción de materia seca y



procesos asociados. Al parecer existe una tendencia hacia la estandarización y el uso de gramos por metro cuadrado (gr./m<sup>2</sup>) como la unidad básica para el estudio de la producción primaria, aunque antes de seleccionar un grupo de unidades para expresar resultados, se deberán tomar en cuenta varios puntos importantes. Hay una considerable ventaja al usar, ya sea, Kilogramos por Hectárea (Kg/ha) o Toneladas por Hectárea (Ton/ha.) cuando el peso de la materia orgánica involucrada es demasiado grande.

$$1 \text{ gr} / \text{m}^2 = 10 \text{ Kg} / \text{ha} = 0.001 \text{ Ton} / \text{ha}$$

Un último punto a ser considerado, y que aparentemente no se le da importancia por algunos investigadores, es la escala en la cual se conducirá una investigación particular, la cual deberá presentarse en términos claros para evitar posibles confusiones cuando se comparen resultados de diferentes investigaciones (12).

Newbould (26) indica que para este tipo de estudios se deberán observar ciertos principios básicos o estandarización de métodos, la cual deberá orientarse más que nada a fines comparativos, para poder apreciar los resultados de investigaciones diversas.

Newbould enumera dichos principios como sigue:

- 1) División del ecosistema en componentes, tales como árboles, arbustos, rastreras, etc., los cuales serán considerados separadamente. Dentro de cada categoría



fisionómica se podrán hacer divisiones posteriores más exactas, que puedan incluir capas menores, especies o grupos de especies y clases de edades.

La intensidad del muestreo en cada categoría variará de acuerdo a su importancia.

2) Dentro de cada componente se puede efectuar alguna enumeración de lo que se encuentra presente. Con vegetación mayor se tomará en cuenta la medida de Número por Unidad de Área y varias dimensiones de individuos por especie (ejm: diámetros, área de copa, altura, altura a la primera ramificación, etc.) con vegetación rastrera, se puede incluir la estimación de número / unidad de área o alternativamente la frecuencia de las especies mayores. En caso de vegetación marcadamente estacional, los muestreos se repetirán en cada una de las estaciones.

3) Basados en las enumeraciones anteriores, se deberá diseñar un programa de muestreo involucrando tres fuentes o clases principales de muestreo:

a) medidas no destructivas (ejm.: diámetros, alturas, etc.).

b) medidas destructivas (ejm.: cortes de ramificaciones, crecimientos del año en curso, ramas principales, follaje, etc.), y por medio del uso de peso fresco o volumen, con pequeñas sub-muestras para secado, estimar el peso de los diferentes componentes.

c) muestra de hojarasca o desechos.

4) El objeto es obtener correlaciones entre



muestreos destructivos y no destructivos.

La mejor estima de la biomasa segun Newbould (26) será una suma del número total de los componentes, de los cuales los principales serán:

- a) yemas, flores, frutos y otros componentes mayores
- b) hojas, a veces brotes del año en curso
- c) ramas
- d) tallos
- e) raíces

La producción de tallos, generalmente es el mayor componente, el principio de estimación normalmente integrará la enumeración y medida de los tallos dentro del área, seguido por el establecimiento de una regresión entre algunas dimensiones del árbol contra peso seco, normalmente obtenida por una cosecha selectiva en el área de medidas.

## 2.- Técnicas de Muestreo.

Generalmente después de contar con datos de un periodo de muestreos de medidas no destructivas, es deseable cosechar muestras de plantas de un área. Usando las mismas plantas que han sido medidas, al efectuar una cosecha de éstas, se incrementa la exactitud de las estimas de peso, aunque se reservaría la posibilidad de volver a hacer este tipo de estudios en el área.

Ya que este tipo de determinaciones implica la



destrucción de la muestra tomada, resulta indeseable si:

- (1) se requieren muestras posteriores.
- (2) si el área es de interés biológico y
- (3) si cualquiera de las especies es rara o escasa (12).

Las medidas que deben hacerse inmediatamente en el momento de la cosecha son:

- a) altura de copa
- b) profundidad de la corona
- c) diámetro de la corona (preferiblemente antes de la cosecha)
- d) diámetro a la altura del pecho (en caso de árboles)
- e) diámetro del tallo justamente debajo de la primera ramificación
- f) peso fresco total de hojas
- g) peso fresco total de ramas y peso seco de brotes del año en curso
- h) peso fresco total del tronco (26).

Se puede generalizar a cuatro componentes, separadamente: hojas, ramas, tallos, y raíces.

En algunos casos puede ser ambigua la distinción de componentes y el criterio de separación, entonces deberá ser claramente establecido.

- a) Estructura del muestreo.

Dentro del área de muestreo se cuentan el número de individuos vivos de cada especie y se etiquetan y ennumeran permanentemente para fácil identificación.

Para las medidas se usa generalmente una cinta



métalica para diámetros en unidades de Pi-cms. Si no se dispone de una cinta para diámetros se toman las medidas con una cinta normal y se divide entre el valor de Pi (3.141592). Para el caso de arbustos arborescentes, medir el diámetro a la base de la corona resulta una medida importante, la cual se puede efectuar con cinta o con un vernier apropiado. Para el diámetro de copa se usa cinta flexible ya que se pueden conseguir de mayor longitud. Se puede registrar la situación de cada estrato en la población, anotando el tipo de copa (dominante, subdominante o dominado, u otro tipo) Este inventario puede ser mapeado en una escala apropiada, así se podrán mostrar las especies, clases de tamaños y número de plantas (12). Para la clasificación de la población se usan parcelas donde se incluye el rango total de tamaños, pudiéndose usar también cuadrados de densidad proporcional por parcela (14,32).

b) Muestreo destructivo.

En la mayoría de los estudios sobre estimación de biomasa, se ha hecho el cálculo en base a estudios indirectos obteniéndose relaciones entre un análisis dimensional y muestreos destructivos en el área.



i).- Tallos. En diversos estudios sobre la determinación de la biomasa en tallos (principalmente en bosques templados ó fríos) se han utilizado técnicas muy similares entre autores, con breves diferencias metodológicas (técnicas específicas para análisis especializados). Para el análisis de los tallos en una comunidad ó población estudiada, se han usado diferentes características de éstos, como registro de: madera y corteza; volúmen; diámetro basal; altura de copa; incrementos en el diámetro basal; incrementos en volúmen; peso del incremento en diámetro basal; curvas de edad-altura y edad-diámetro; producción total de peso seco, etc. (42).

Para un registro completo de las características de los individuos muestreados en un sitio, se pueden llevar a cabo mediciones muy generales como son: altura total, diámetro medio de la copa, diámetro basal ó a la altura del pecho y longitud del tronco (4,14), usualmente éstas mediciones gruesas se relacionan a tablas de producción de biomasa previamente calculadas para el sitio ó para sitios similares, aunque este tipo de estimaciones resultan algo inexactas (2,8,24), estando sujetas en gran medida al tamaño de la muestra (7).

Respecto a las diferencias mencionadas anteriormente, se cuentan algunas relacionadas con la determinación de edad en coníferas (aspecto esencial en la explotación silvícola).

En un estudio realizado en una comunidad de bosque de



Encino - Pino en Nueva York, Whittaker y Woodwell detallan el método de cosecha directa utilizado. Se talaron los árboles y la longitud del tallo principal se midió a todo lo largo, desde la punta hasta la base. Se removieron las ramas y los tallos, se seccionaron en maderos de 1.0 m. de largo, y se registró longitud, diámetro basal y peso fresco y seco para cada uno de éstos. De éstos mismos, se tomaron muestras de discos del tronco para estimas de edad por conteo de anillos, y se registró el grosor de la madera y corteza e incrementos radiales (43).

En otros estudios, el autor usa las horadaciones en el tronco con sacabocados, para determinar el incremento radial de la madera para la última década, grosor de la corteza, edad por conteo de anillos y diámetros (39,42).

Como una medida normal, se ha usado generalmente el registro del diámetro a la altura del pecho (DBH) en lugar del diámetro basal, basados en el hecho de que puede existir cierta deformación al ras del suelo (3).

Respecto a la obtención del peso seco a la estufa, existen también diferencias entre autores, aunque aquí se puede tomar como regla, un secado de entre 80 - 105 grados Centígrados durante 24 horas, para obtener un peso constante (3,13,43). En algunos casos se acostumbra tomar solo el peso seco al aire, después de comprobar por medio de una relación, que el peso seco a la estufa está directamente relacionado al peso seco al aire (3).

En un estudio sobre estimación de productividad



primaria de bosques y comunidades de arbustos, R. H. Whittaker (3) emplea el método de cosecha de arbustos y herbáceas al nivel del suelo, a partir de la última cicatriz de la escala de yemas.

Generalmente, en el caso de estudios de biomasa de bosques, el análisis de la biomasa en arbustos se ha hecho en base a cosechas al ras del suelo y tomándose los tallos como ramas (32,44), debido a que las ramificaciones se parten al nivel del suelo y no presentan un tallo principal bien definido. En trabajos sobre la estimación de la biomasa en tallos para arbustos desérticos, normalmente se hace un análisis dimensional (similar a los citados antes), previamente a un muestreo destructivo. Whittaker (44) para análisis del componente de tallos en arbustos desérticos, sigue esta misma técnica y hace algunos registros más específicos para ciertas características. Para el Paloverde (*Cercidium microphyllum*) como se dijo antes, debido a que la ramificación es desde el ras del suelo, los tallos se cortaron a ese nivel y fueron catalogados como ramas, y los diámetros basales se tomaron como medida de criterio en vez de los diámetros a la altura del pecho. Para la Gobernadora (*Larrea divaricata*), se midieron los tallos a 10.0 cms. sobre el nivel del suelo y los anillos se tomaron como anuales. Para el Ocotillo (*Eouquieria splendens*) se tomaron medidas de decímetros basales; se detectaron segmentos anuales en los tallos que pueden ser



tomados como, o relacionados con anillos de crecimiento. Arbustos más bajos como la Ramablanca (*Encelia farinosa*) y la Hierba ceniza (*Erantheria deltoidea*) se muestrearon en forma menos intensiva e igualmente los tallos se tomaron como muestras de ramas. Para la gobernadora se adaptó el muestreo por medidas de diámetro, altura y número de tallos del arbusto. Toda la vegetación mayor fue cosechada en cuadrados de 0.5 por 2.0 m. Chew y Chew (13), para la gobernadora (*Larrea tridentata*) tomaron individuos representativos de los rangos de tamaños, para determinar el peso seco del arbusto, se midieron y se cosecharon. Se separaron dividiéndose en sus partes mayores: tallos con hojas, tallos sin hojas, hojas (incluyendo peciolo y tallos terminales verdes), tallos de los troncos y raíces. Se pesaron a peso fresco cada componente, se tomaron muestras a peso constante a 85 grados Centígrados y se sacó el peso seco total de los arbustos y sus componentes. El muestreo se repitió a tres fechas distintas tratando de interpretar diferencias en porcentaje de crecimientos durante el año (en términos de adición de nudos) y los periodos de abscisión de hojas y tallos, además del periodo de nuevos crecimientos y su fecha de abscisión.

En un trabajo sobre biomasa en jojoba en Punta Chueca, Son. (16), se tomaron los tallos desde el ras del suelo dividiéndose para su cuantificación en dos fracciones: madera con corteza vieja y madera con corteza



nueva. Las determinaciones de edad, se hicieron sobre la base de contar dos ramificaciones dobles opuestas asumiendo que estas eran producidas anualmente.

ii).- Hojas y Ramas. De los principales componentes de la biomasa, según Newbould (26) se puede citar: hojas, ramas en general y ramitos de nuevo crecimiento.

Las ramas son órganos de dimensiones interrelacionadas complejamente, y por lo general altas correlaciones conectan a la mayoría de las características externas de las ramas. Interrelaciones complejas se dan también entre las características internas (sección transversal media y total de segmentos en las ramas de una edad determinada, número, longitud y peso de segmentos, e incremento radial y producción), existen también diferentes patrones de formas a lo largo de las ramas.

Se ha visto que las ramas son fracciones vegetales que no siempre se evalúan correctamente en análisis de producción. Algunos autores han usado curvas de crecimiento de "poblaciones de ramas" para estimas de producción, donde cada población es tomada de una especie y habitat determinado.

En un trabajo específico sobre dimensiones y producción en ramas, Whittaker (41) describe una serie de registros hechos en las ramas. Se cosecharon y midieron del ápice hacia abajo las siguientes características:

- a) número y distancia del ápice hacia abajo
- b) edad



- c) diámetro basal
- d) longitud
- e) número de brotes del año, de frutos o brotes con fruto, hojas viejas
- f) peso fresco y peso seco a la estufa de ramas maderables con corteza
- g) brotes del año con hojas
- h) hojas viejas por año
- i) brotes con frutos (41).

En la mayoría de estudios se toman generalmente: longitud, diámetro basal, número de anillos (tomado como edad) y pesos frescos y secos de ramitos del año, hojas y tallos.

Las estimas de hojas, ramitos y frutos se pueden hacer en forma directa por cosecha y pesado y tomar las ramas individuales como unidades de muestra (1). Basados en estos registros elementales se puede llegar a definir aspectos muy específicos dependiendo del interés del estudio, por ejm.: variación en la posición de la rama, número de ramas por especie, características registradas (pesos y medidas), cálculos posteriores, etc.

En algunos casos la muestra trata de representar por medio de submuestras destructivas, el rango de tamaños de la población (14); en este caso, particularmente respecto al diámetro de copa y a las circunferencias basales. En otros casos, se trata de representar la cantidad de



biomasa presente a diferentes posiciones de altura (superior, media e inferior) en el árbol (29,40,43). Se han hecho estudios muy específicos dividiendo la rama en segmentos, representando diferentes épocas de crecimiento impresas. Whittaker (41) a cada rama la dividió en tres segmentos representando tres años de crecimiento. Por cada segmento tomó edad, diámetro, longitud, corteza y peso seco.

Las estimas de edad de las ramas han sido normalizadas a dos métodos: (1) por conteo externo de escalas de cicatrices de yemas y (2) por conteo interno de anillos.

Al igual que para tallos, la obtención del peso seco de ramas y hojas se toma entre 80 - 105 g.C. durante 24 hrs. a peso constante. G. L. Baskerville (3) para follaje utilizó una solución de Sulfamato de Amonio para sumergir el follaje antes de llevarlo a los anaqueles de secado al aire, para prevenir la pérdida de peso por respiración prolongada, aunque una vez que no encontró diferencia en peso entre el secado rápido y lento, desechó esta práctica. Además, reporta que la relación entre peso seco al aire y a la estufa presentó un comportamiento en línea recta, a partir de esto, solo tomó peso seco al aire.

Con los registros descritos anteriormente se han obtenido variedad de cálculos, dependiendo de las necesidades específicas de cada estudio. Whittaker & Woodwell (43) establecieron varias regresiones con valores



logarítmicos del diámetro basal de la rama como variable independiente contra peso seco de (a) ramas vivas con corteza, (b) ramitos del año con hojas, y (c) hojas viejas, como variables dependientes. Los resultados se sumaron para dar los valores de los pesos de estos componentes. Oshima (29) con el peso de cada componente, en porcentaje del total, estimó la biomasa multiplicando la suma de los valores de peso de la muestra con la tasa del área basal por la suma del área de corte a la altura del pecho. Este método dió valores similares a los estimados con relaciones alométricas y distribución de tamaños y valores dados por cosecha total. Whittaker (41) en base a gráficas de ramas por especie y por edad, elaboró una curva con las medias de los pesos a diferentes edades, o sea que las pendientes de las curvas son factores de crecimiento por los que se multiplican los pesos secos de las ramas según su edad, para estimar el crecimiento corriente del año. Para este tipo de regresiones generalmente se usan líneas de mínimos cuadrados. En este caso, el peso seco de cada segmento multiplicado por la tasa de incremento seccional del corte a la altura del pecho dá los valores de producción. Burrows (9) en base a datos de la cosecha de ramas y análisis de regresión, muestra relaciones entre: diámetro de la rama y peso de hojas; peso de hojas y área foliar; diámetro de la rama y peso de la rama. El peso total de la rama se estimó por la suma de los pesos de las



categorías usadas.

iii).- Discos, Edad. Whittaker (39) menciona que al tratar de determinar edad en ramas, se puede estar sujeto a varios tipos de errores, como (a) la edad determinada solamente a partir de anillos a la base de las ramas es errónea siempre por varios años, (b) la edad por escala de yemas y nudos es siempre mas confiable, pero no se puede tomar con confianza en ramas viejas, (c) algunos brotes de ramas inferiores no forman necesariamente anillos en un año dado.

Como ya se mencionó anteriormente, varios autores coinciden en usar el conteo de anillos de crecimiento para estimación de edad (3,14,39,44). En la mayoría de las especies maderables y en algunos arbustos arborescentes y arbustos bajos se puede observar en cortes seccionales a la base del tallo la disposición de anillos dobles por año. corresponde un anillo al periodo de Primavera - Verano y otro al periodo Otoño - Invierno.

Se previene también acerca de que la edad de las ramas se deberá determinar no solo por simples medias, sino por un cuidadoso chequeo de una contra otra. Por ejemplo, tomar medias de la escala de yemas contra número de anillos, en una comparación de ramas contra tallos (39).

iv).- Medidas de Diametros y Alturas. Los pesos de diferentes componentes en arboles y arbustos, con frecuencia estan altamente correlacionados con medidas,



las cuales pueden ser tomadas en muestreos no destructivos.

Chew y Chew (13), en un trabajo sobre productividad en *Larrea tridentata* seleccionaron para el muestreo solo arbustos de forma simétrica. Para la estimación de volúmen ( la cual se relaciona con pesos ), se tomó la longitud y anchura de su corona y su altura, asumiendo que presentaban una forma básica de cono invertido. Para un trabajo similar, en *Larrea divaricata*, J. H. Burk y Dick - Peddie (18), asumieron igualmente la forma de cono invertido, solo que usa un bloqueo por clases (A, B y C) para estimar el volúmen a diferentes tamaños, los cuales se usaron para medidas comparativas de crecimiento con diferentes grados de desarrollo. Estos datos también se usaron para comparaciones entre sitios y como un "índice" para extrapolación de productividad por sitio.

Moore and Bhadrana (25) en un arbusto semi-desértico, (*Zygophyllum euciptecum*), hicieron una estimación de volúmen asumiendo que cada arbusto presentó forma cilíndrica, por lo que se usó la fórmula apropiada, aunque resalta que el cálculo presenta una sobreestimación del volúmen verdadero, pero se vió que estuvo cercanamente correlacionado con la biomasa sobre el suelo.

v).- Raíces. Las determinaciones de biomasa en raíces, generalmente se hacen con poca exactitud tomando solo diámetro y longitud además de las relaciones de peso fresco a peso seco (14,43).



La producción de raíces es materia difícil de medir directamente, en todo caso, se puede hacer mediante relaciones del total de la biomasa aérea con el total de raíces a diferentes rangos, que pueden ser de edad, peso ó dimensiones (altura ó diámetro de la copa) (39).

De lo anterior se deduce que aunque existan diferencias someras en las técnicas propuestas por algunos autores, el programa de muestreo (técnicas y periodicidad) deberá ajustarse a las necesidades propias del estudio y cumplir con las especificaciones que se definieron previamente. Existe la necesidad de probar y seleccionar diferentes procedimientos de muestreo, para una diversidad de situaciones en vista de que el número de árboles que pueden ser examinados es severamente limitado, por lo cual se requiere de una guía para seleccionar el método mas apropiado, sabiendo que existen marcadas diferencias dependiendo del método que se use (2). Al pretender estimar la biomasa para un sistema de vegetación, se hecha mano del método indirecto, por lo tanto es necesario aclarar que cuanto mas rigurosos sean los estudios previos, se podrá esperar un mayor grado de confianza. Para estudios detallados de incremento en biomasa, no solo es necesario estimar ésta, sino también conocer la contribución de cada uno de sus componentes.

La forma mas precisa para estimar la biomasa para un sitio, es resolver las ecuaciones de cada componente para



cada individuo muestreado y convertir el total para todos los elementos a una base por unidad de área.

Algunos cuidados se deben tener para lograr una estima confiable. En caso de repetir los muestreos destructivos durante varias fechas en el año, se debe proponer hacerlo en fechas que la vegetación haya alcanzado un climax en el crecimiento estacional del año y tenga así, un menor grado de mortalidad de partes por senescencia, afectando lo menos posible las estimas (principalmente cuando se trata de arbustos caducifolios) (13,22).

Si existen varias especies en el sitio, se deberá diseñar un programa de muestreo específico, para obtener regresiones tomando en cuenta diferencias en densidad y forma de crecimiento entre las especies (7).

Cualquier estima corta de biomasa basada en una sola cosecha completa está sujeta a error. De las técnicas empleadas en determinaciones, el establecimiento de regresiones entre pesos y medidas es quizás la de mas utilidad ya que ayuda a reducir la muestra destructiva y recorta el tiempo de muestreo.

Algunas de las técnicas mas comunes son:

- 1) Cosecha de individuos con medidas estandar, ya sea para el sitio o dentro de las clases de tamaño.
- 2) Cosecha de todo el material en unidades de área.
- 3) Cosecha de individuos sobre un amplio rango de tamaños y sacando relaciones entre biomasa vs. parámetros



facilmente medibles.

En resumen, existen cuatro principios básicos, establecidos por Nihlgard (27) para la estimación de la biomasa y la producción:

- 1) Análisis dimensionales en el sitio.
- 2) Medidas destructivas de muestras en la población.
- 3) Aplicación de datos del sitio a las regresiones de la muestra.
- 4) Observaciones adicionales.

### 3.- Cálculos

a) Relación entre el método directo y el indirecto.

Newbould (26) propone ciertos tipos de muestras dentro de las cuales establece 2 principales:

- 1) Muestra no destructiva, consistente en medidas.
- 2) Medidas destructivas.

El objeto es obtener correlaciones entre una muestra destructiva relativamente pequeña y una muestra grande no destructiva, la cual es representativa del sitio.

Si se cuentan con estimadores aceptables de medidas externas tales como altura o volumen, y regresiones para totales de peso seco o peso por componentes, se pueden combinar estos dos grupos de información para obtener estimas certeras de producción del sitio.

Generalmente se supone el uso de una regresión alométrica con medidas por peso, que es:

$$\text{Log } W = a + b (\text{Log } d)$$



donde:

a y b = constantes

w = peso del componente

d = dimensión tomada

Una vez establecida esta relación, es fácil calcular la biomasa de la muestra por combinación con los resultados de los censos de medidas.

Esta técnica ha sido ampliamente usada en bosques, tomando la medida del diámetro a la altura del pecho (DBH) como estimador fiel de la producción de madera y la biomasa de componentes, sin embargo son bastante escasos los estudios en arbustos, usando análisis dimensionales.

b) Uso de la ecuación de regresión.

Ludwig (21) menciona en su trabajo, que obtuvo 2 ecuaciones: una para relacionar biomasa con volumen del arbusto, que tiende a ser lineal; y otra que relaciona biomasa con cobertura, que tiende a ser curva. Observa que si se ejecuta un trabajo sobre una especie que presenta una forma de crecimiento bien definida y comparativamente igual a otros ecosistemas, es posible esperar que las ecuaciones sean muy similares de un sitio a otro. No así, para el caso del mezquite, que es arbustivo para el Desierto Chihuahuense y arboreo para el Desierto Sonorense.

Resalta que otro aspecto importante en la generalización de las ecuaciones para tamaño - biomasa es la edad, ya que si un arbusto varía grandemente en edad,



con otra área, y el crecimiento tiende a cambiar, se puede esperar que las ecuaciones sean diferentes.

Otra consideración importante es la fecha de cosecha, ya que con estos datos se desarrollarán las ecuaciones.

Así mismo se involucran problemas menos obvios, como dificultades específicas de cosecha ejm.: cosecha completa de la raíz .

Aquí, Ludwig menciona como otro uso potencial de las ecuaciones de regresión, la conversión de cubierta vegetal de datos anteriores a estimadores de biomasa.

Al usar ecuaciones de regresión cuando se trata con valores logarítmicos se debe cumplir con las prescripciones mínimas de éstos, ya que se puede caer en errores de sobreestimación, al regresar a valores aritméticos (5).

Este método de estimación general ha sido llamado Alometría en Europa ó Análisis dimensional en Norte América.



## MATERIAL Y METODOS

## I.- DESCRIPCION DEL AREA.

## 1.- Localización:

El estudio se llevó a cabo en una población silvestre de jojoba, que se extiende sobre una superficie total aproximada de 5250 has.(11), en la región de Puerto Libertad, localizada al Noroeste de Hermosillo, Sonora. Aproximadamente a 28.8 grados Latitud Norte y a 112.6 grados Longitud Oeste, a una altura de 150.0 m SNM.

El área experimental se sitúa en una porción de bajada alta del valle del Ejido Victoria y Libertad, con exposición N-NE., (figura No.1) a 12 kms. aproximadamente del poblado de Puerto Libertad.

El área experimental comprende 110 has. en exclusión, para evitar el pastoreo por ganado, dividida en un área de 100.0 has. y otra de 10.0 has., colindantes una con otra. En la primera se realizaron prácticas tendientes a mejorar la producción silvestre mediante la eliminación de la vegetación encontrada contigua o bajo el follaje de todas las plantas de jojoba pistiladas, y solo en algunos casos en plantas estaminadas. Se construyeron microcuencas alrededor de las plantas pistiladas con entrada paralela a la pendiente con el fin de captar mayor cantidad de agua



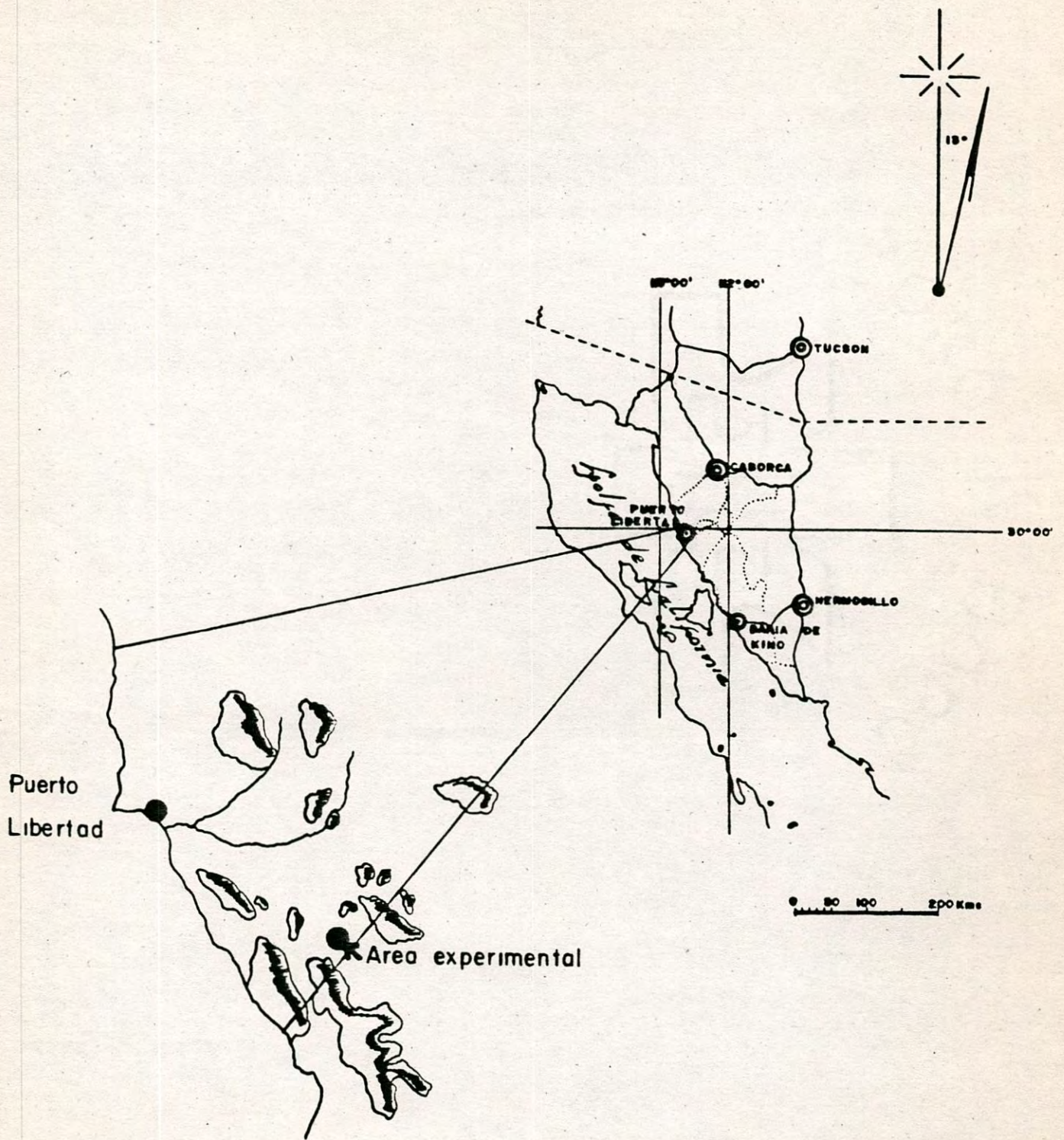


Figura No.1.- Localización del Sitio y Area Experimental.



de escurrimientos y aumentar su disponibilidad por individuo (11). En el área de 10.0 has. no se efectuó ningún tratamiento sobre la vegetación, ni se establecieron microcuencas.

Se determinó una densidad aproximada de 180 plantas de jojoba por ha., presentándose una relación cercana de 1:1 en la proporción de sexos de la población (11).

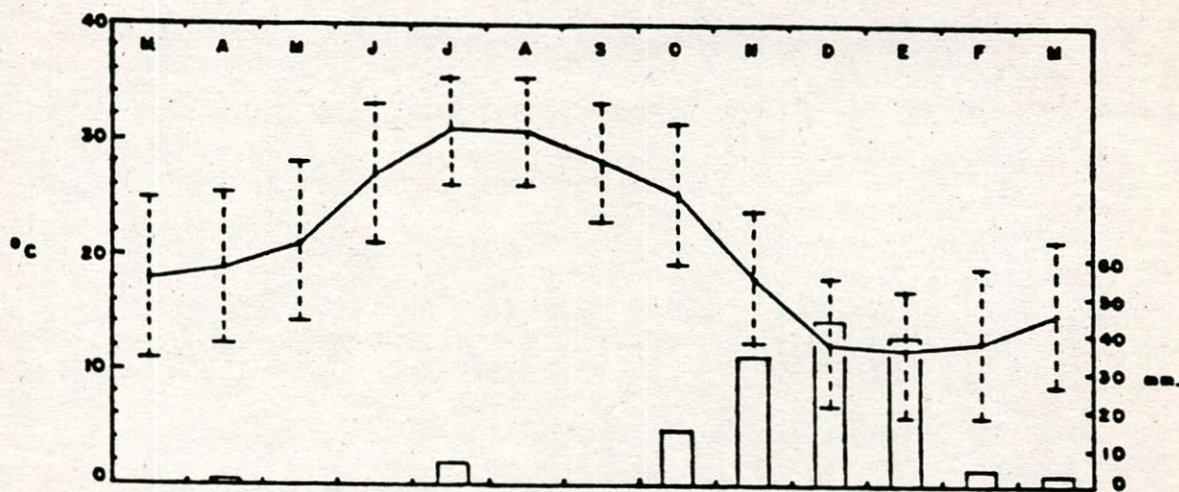
Para nuestro trabajo experimental se seleccionaron 9 parcelas de 16 existentes, de 40.0 X 25.0 m. cada una, clasificadas y establecidas al azar.

## 2.- Clima:

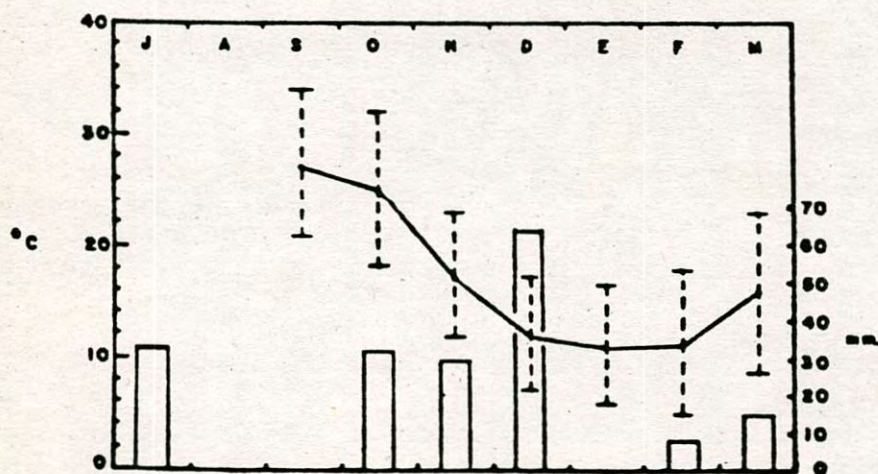
Corresponde a los Secos Desérticos Semicálidos del tipo BWhw(x')(e') según la clasificación climática de Köppen modificada por García (11). Es un clima con lluvias de verano y gran oscilación termal en el año.

En la figura No. 2, se observa la marcha de temperatura y la precipitación media mensual para Puerto Libertad (23). La mayor precipitación se presenta a fines del Verano y durante el Otoño, con promedios anuales de 115.0 mm. La temperatura media oscila de 12.0 g.C. a 29.0 g.C. en Verano con un promedio de 20.2 g.C. Castellanos (11), cita que las precipitaciones se distribuyen de la siguiente manera: Invierno, 22.8% ; Primavera, 0.6% ; Verano, 28.5 % ; Otoño, 48.1 % . Destaca que al coincidir las concentraciones de precipitación en Otoño con las bajas temperaturas, propician condiciones ambientales





Marcha de la temperatura y precipitación mensual de Puerto Libertad (1978-1979).



Marcha de la temperatura y precipitación mensual del área experimental (1978-1979).

Figura No.2.- Marcha de la Temperatura y Precipitación. Tomado de Molina, 1980 (23).



sumamente favorables para la jojoba.

Para el sitio experimental, Molina (23) reporta una precipitación mayor en el mes de Julio y en el Otoño con un total de aproximadamente 184.0 mm. anuales y oscilaciones de temperatura promedio de 4.8 g.C. mínimas en Febrero y 34.0 g.C. como máximo en Septiembre con promedio anual de 17.3 g.C .

### 3.- Suelos:

Los suelos del sitio, son en general de textura arenosa con un pH neutro o ligeramente alcalino, bajo porcentaje de saturación y escaso contenido de materia orgánica. Corresponden al tipo Yermosol - Lúvico de origen coluvial según la clasificación FAO - UNESCO, que son suelos planos típicos de los desiertos, con retención de agua y nutrientes moderada y drenaje interno eficiente (34).

Un estudio mas detallado para el sitio, del tipo de suelo y sus características fisico-químicas se presenta en un trabajo de tesis de Ortega y Mendivil (28). En el cuadro No. 1, se puede observar que es un suelo con bajo porcentaje de saturación, lo cual nos indica que se trata de un suelo arenoso. Presenta baja Conductividad Electrica indicando poco contenido de sales solubles. La materia orgánica dió valores medios de 0.76 - 1.064 % .

En análisis de texturas para el sitio, se determinaron valores medios de 93.26 % de arena, 1.93 % de



Cuadro No.1.- Características Fisico-químicas del suelo  
( Valores Medios ) para el área experimental.  
Tomado de Ortega y Mendivil, 1984 (28).

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO A DOS PROFUNDIDADES

PROFUNDIDAD ( cms )	% Sat.	pH	C.E. mmhos/cm.	TEXTURA
0 - 15	18.3	7.95	0.69	Arenosa
15 - 35	22.1	8.18	0.76	Arenosa - Migajonosa



arcilla y 4.81 % de limo (23).

#### 4.- Vegetación:

La vegetación de la región, se encuentra dominada por los siguientes componentes: en el estrato arbóreo o arbustivo alto, Palofierro (*Olneya tesota*\* Gray.) y Ocotillo (*Equiqueria splendens* Engelm.) en el arbustivo bajo por cuatro especies que corresponden en orden de importancia a Hediondilla (*Larrea tridentata* Sessé & Mociño ex DC.), Jojoba (*Simmondsia chinensis* (Link) Schneider), Salicieso (*Lyxium* sp.) y Sangrengado (*Jatropha cuneata* Wigg & Roll.), mientras que en el estrato subarbustivo, la especie dominante es el Chamizo forrajero (*Ambrosia dumosa* (Gray) Payne). Otras especies menos abundantes son, Sinita (*Lophocereus schottii* (Engelm.) Britt & Rose), Paloverde (*Cercidium microphyllum* (Torr.) Rose & Johnston) y Ramablanca (*Encelia farinosa* Gray ex Torr.) (23).

El tipo vegetativo del área experimental se puede designar como matorral subinerme parvifolio, con dos asociaciones características, según su localización: una asociación hacia el Norte de *Equiqueria splendens*, *Simmondsia chinensis* y *Larrea tridentata*, y otra mas al Noroeste que se distingue por *Olneya tesota*, *Simmondsia chinensis*, *Jatropha cuneata*, y *Lophocereus schottii*. (11).



## II.- DESCRIPCION DE LA ESPECIE.

Arbusto perenne, diòico con hojas coriáceas opuestas. Flores axilares de pedúnculo corto; las flores estaminadas en agregados y las pistiladas a menudo solitarias, a veces en agregados de 2 - 5. De 4 - 6 sépalos, usualmente 5. De 10 - 12 estambres.

Ovarios bi o tricelulares. El fruto es una cápsula de paredes coriáceas.

De 1 - 5 m. de alto, con ramas nudosas rígidas y brotes y pedunculos finamente pubescentes. Hojas ovoides a oblongo-elípticas, de 1 - 2 cm. de ancho, de 2 - 5 cm. de largo, de color verde opaco, coriáceas, algo glaucas o canescentes. La semilla es una cápsula oblongo-ovoidea, de 15-20 cm. de largo (37).

## III.- METODOLOGIA.

### 1.- Parcelas experimentales:

Se seleccionaron 9 parcelas o "cuadros" de 40.0 X 25.0 mts. cada una, de un total de 16 existentes, y se establecieron en el terreno con el eje mayor (40.0 m.) orientado N-S. La selección se hizo según la densidad de plantas presentes en cada parcela, obteniéndose tres grupos de diferentes densidades de jojoba por parcela (cuadro No.2). En la selección se trató de cubrir las diferencias presentadas tanto en número de plantas como en constitución morfológica de ésta, como se establece en el capítulo anterior.



Citando a Newbould (26), los "cuadros" constituyen la muestra; el área de 110.0 has. constituye el sitio de muestreo, usado solo para medidas que no afectan su fisionomía; y un área mayor que constituye el área de medidas, encontrada alrededor del sitio de muestreo y no sujeta a cambios que pudieran afectarla.

#### 2.- Etiquetado de plantas:

En cada cuadro se levantó un mapa de localización para individuos y se identificó según una clave, diferenciándolos entre sí, de tal forma que pudieran ser reconocidos para su caracterización durante los muestreos (11). En la etiqueta se estableció el número de cuadro al que pertenecen, número sucesivo de localización y sexo por planta. Este tipo de señalización se usó durante el transcurso de los muestreos no destructivos.



Cuadro No.2 Densidad de Plantas de Jojoba por Cuadro.

DENSIDAD	CUADRO	NO. DE PLANTAS	MEDIAS
alta	2	33	E = 88
alta	3	31	
alta	4	24	x = 30
baja	8	13	E = 41
baja	11	12	
baja	15	16	x = 14
media	1e	18	E = 46
media	2e	16	
media	3e	12	x = 16
TOTAL =		175	X = 20



### 3.- Clasificación:

Para iniciar el estudio, se clasificó la población de plantas de jojoba en 4 clases según su cobertura, en rangos representativos para todos los tamaños (6,13,26). El método se adaptó a las características propias de la especie, y se hizo con el fin de reconocer capas continuas de la vegetación y en particular sobre la base de diferencias en cobertura según su tamaño (y posiblemente su edad), y así obtener un estudio estructural y descriptivo. En múltiples instancias se puede usar la información florística posterior para complementar esta descripción preliminar (12).

Las clases o estratos se determinaron a partir del promedio de las medias del diámetro de copa por planta: un diámetro Norte - Sur y otro Este - Oeste, con los cuales se sacó el área del círculo ( en  $dm^2$  ). Las clases obtenidas son las siguientes: CLASE "A" que son individuos reproductivos hasta de  $73.9 dm^2$ ; CLASE "B", de  $74.0$  a  $178.9 dm^2$ ; CLASE "C", de  $179.0$  a  $329.0 dm^2$ ; y CLASE "D", mayores de  $330.0 dm^2$ . Se tomaron además, las clases "JUVENILES" que son individuos "vecinos" (menores) de la clase "A", pero que aun no expresan el sexo (pre-reproductivos), junto con la clase "PLANTULAS" que son individuos recientemente establecidos en el terreno y que aun no alcanzan la categoría de juveniles.



#### 4.- Muestreo no destructivo:

Todos los arbustos de jujoba se registraron en un censo de medidas (análisis dimensional), con el fin de tener un parámetro de fácil obtención y que resultara fiel estimador de la biomasa (10,12.). Se midieron principalmente: altura del arbusto, diámetros de copa, diámetro basal, número de tallos, número de ramas, entre otras.

Se efectuaron tres censos de medidas en el transcurso del año y basados en algunas relaciones alométricas del muestreo destructivo, se estimó la biomasa para el sitio por medio de las ecuaciones de regresión previamente determinadas (ver capítulo de resultados).

#### 5.- Muestreo destructivo:

El objeto de este muestreo es obtener relaciones entre una pequeña muestra destructiva comparativa con una muestra mas grande no destructiva, la cual representa el área para la cual se estimará la producción (26).

Se efectuaron varios muestreos destructivos en el área de mediciones involucrando dos fuentes principales de muestras: (1) mediciones no destructivas o dimensionales y, 2) mediciones destructivas (peso de tallos, hojas, flores, botones, nuevos crecimientos, raíces, etc.).

1.- En el caso de las primeras, se tomaron las mismas medidas que para el análisis dimensional, usándose la misma clasificación.



2.- Para las mediciones destructivas, se cosecharon las plantas al ras del suelo y se excavó la raíz. Esta muestra se puso a secar al aire (se sacaron submuestras pequeñas para peso fresco y peso seco a la estufa), por varios días, para facilitar su separación manual por componentes. Una vez seco y separado por componentes, se pesaron en balanza granataria o analítica para el caso de fracciones pequeñas. La raíz se excavó aproximadamente a 2.5 mts. desde el centro de la corona a la periferia y alrededor de 1.20 mts. de profundidad calculando que con ésto, un 80 - 90 % de la raíz se hubiera colectado.

Se cosecharon un total de 78 arbustos; aproximadamente 10 por clase y a distintas fechas del año, tratando de abarcar tanto la variación en tamaños dentro de las clases, como los periodos de desarrollo de la planta.

#### 6.- Alometría y análisis de regresión:

A partir de los muestreos destructivos, se establecieron algunas relaciones funcionales para propiedades dimensionales contra peso seco. (5,13,21,26). La ecuación que dió el mejor ajuste para la relación de cobertura y volúmen con la biomasa, fue la de la forma  $\hat{Y} = a + bx$ , donde:  $a$  = intercepción ( constante );  $b$  = pendiente;  $\hat{Y}$  = peso seco estimado;  $x$  = dimensión tomada en el arbusto (21).

Una vez determinada la ecuación de regresión, se



estimó en base a ésta, la biomasa para el área del muestreo no destructivo, con ecuaciones específicas para cada una de las clases (21).



## I.-ESTRUCTURA POBLACIONAL

## 1.-Forma del arbusto y proporción de sexos.

A partir del análisis dimensional se obtuvieron algunas características poblacionales usadas para definir la estructura ó fisionomía del sitio.

De los registros iniciales en el área se encontró que los arbustos de jojoba presentan diversidad de formas, registrandose cinco formas principales: cilíndrica, esferoidal (media esfera), esferoide prolado (media esfera achatada ó con ramas decumbentes), paraboloides (ancho en la base y alargado hacia arriba) y con forma de cono invertido.

Se observó que para la clase "A", abundan los arbustos con forma de cono invertido (70 %), y en general para todas las clases, destaca marcadamente la forma esferoidal (35.5 %), aunque es de hacer notar que en las clases "C" y "D" se registró una buena proporción de arbustos con forma de esferoide prolado (30 %).

Con respecto al sexo, aparentemente no existe relación entre forma del arbusto y el sexo, ya que se encontraron ambos sexos indistintamente y dispersos en cualquiera de las formas observadas. Aunque en algunas de las especies dióicas se ha visto que las hembras gastan mayor cantidad proporcional de sus recursos en la reproducción, en jojoba no se aprecia esto, aunque



posiblemente pueda ser comprobable que en los machos se presentan ramificaciones mas intrincadas que para las hembras, lo cual no necesariamente implica una diferenciación en forma.

Como se dijo anteriormente, para esta población se reporta una relación de sexos cercana a 1 : 1 en la proporción de hembras y machos. La importancia de la proporción de sexos y su relación con la estructura poblacional radica en que la jojoba por tratarse de una especie dibica, puede presentar ciertos factores de competencia entre los sexos, tanto por espacio como por nutrientes (16), aunque se debe hacer notar que las diferencias en forma y tamaño pueden deberse a estrategias de adaptación al medio y no propiamente a competencia. Para la región de Puerto Libertad se ha determinado una densidad de 180 plantas por Ha., que cae dentro de las mas pobladas, la cual se trata de explicar, asumiendo que debido al regimen de lluvias de la región las poblaciones de jojoba se ven favorecidas principalmente por las lluvias de Invierno que presentan mayor constancia y capacidad de humedad.

## 2.- Distribución de frecuencias de Altura y Cobertura.

Con el propósito de tener una imàgen del estado de la población, se presentan en los cuadros No.3, 4, y 5 los resultados de la distribución de frecuencias para altura y cobertura. En el Cuadro No.3 se observa que el número



Cuadro No.3.- Distribución de Frecuencias de Altura y Cobertura para Individuos Ginoicos de Jojoba.  
3a) Altura en cms.      3b) Cobertura en dm2.

Cuadro No.3a).- DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE ALTURAS PARA INDIVIDUOS GINOICOS.

INTERVALO	f	f rel. ( en % )	f acumulada	f rel. acumulada
I-1) 34.5 - 55.5	5	5.95	5	5.95
I-2) 55.5 - 75.5	12	14.28	17	20.23
I-3) 75.5 - 95.5	24	28.57	41	48.80
I-4) 95.5 - 115.5	23	27.38	64	76.18
I-5) 115.5 - 135.5	10	11.90	74	88.09
I-6) 135.5 - 155.5	6	7.14	80	95.23
I-7) 155.5 - 175.5	4	4.76	84	99.99
TOTALES	84	100.00		

Cuadro No. 3b).- DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE COBERTURA PARA INDIVIDUOS GINOICOS.

INTERVALOS	f	f rel. ( en % )	f acumulada	f rel. acumulada
I-1) 19.5 - 95.5	36	42.85	36	42.85
I-2) 95.5 - 170.5	18	21.42	54	64.27
I-3) 170.5 - 245.5	18	21.42	72	85.69
I-4) 245.5 - 320.5	4	4.76	76	90.45
I-5) 320.5 - 395.5	2	2.38	78	92.83
I-6) 395.5 - 470.5	3	3.57	81	96.40
I-7) 470.5 - 545.5	3	3.57	84	99.99
TOTALES	84	100.00		



Cuadro No.4.- Distribución de Frecuencias de Altura y Cobertura para Individuos Andròicos de Jojoba.

4a) Altura en cms      4b) Cobertura en dm2.

Cuadro No. 4a).- DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE ALTURAS PARA INDIVIDUOS ANDROICOS.

INTERVALOS	f	f rel. ( en % )	f acumulada	f rel. acumulada
I-1) 29.5 - 55.5	2	7.40	2	7.40
I-2) 55.5 - 80.5	1	3.70	3	11.11
I-3) 80.5 - 105.5	12	44.44	15	55.55
I-4) 105.5 - 130.5	7	25.92	22	81.47
I-5) 130.5 - 155.5	4	14.81	26	96.28
I-6) 155.5 - 180.5	1	3.70	27	99.99
TOTALES	27	100.00		

Cuadro No. 4b).- DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE COBERTURAS PARA INDIVIDUOS ANDROICOS.

INTERVALOS	f	f rel. ( en % )	f acumulada	f rel. acumulada
I-1) 9.5 - 95.5	6	22.22	6	22.22
I-2) 95.5 - 180.5	10	37.03	16	59.25
I-3) 180.5 - 265.5	4	14.81	20	74.06
I-4) 265.5 - 350.5	3	11.11	23	85.17
I-5) 350.5 - 435.5	1	3.70	24	88.87
I-6) 435.5 - 520.5	3	11.11	27	99.99
TOTALES	27	100.00		



Cuadro No.5.- Distribución de Frecuencias de Altura y Cobertura para Individuos Pre-reproductivos de Jojoba.  
5a) Altura en cms. 5b) Cobertura en dm<sup>2</sup>.

Cuadro No. 5a).- DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE ALTURAS PARA INDIVIDUOS PRE-REPRODUCTIVOS.

INTERVALOS	f	f rel. ( en % )	f acumulada	f rel. acumulada
I-1) 19.5 - 45.5	3	60.00	3	60.00
I-2) 45.5 - 70.5	1	20.00	4	80.00
I-3) 70.5 - 95.5	1	20.00	5	100.00
TOTALES	5	100.00		

Cuadro No.5b).- DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE COBERTURA PARA INDIVIDUOS PRE-REPRODUCTIVOS.

INTERVALOS	f	f rel. ( en % )	f acumulada	f rel. acumulada
I-1) 4.5 - 35.5	2	40.00	2	40.00
I-2) 35.5 - 65.5	1	20.00	3	60.00
I-3) 65.5 - 95.5	2	40.00	5	100.00
TOTALES	5	100.00		



mayor de individuos se presenta para el rango de 95.5 - 115.5 cms. de altura con un 27.38 % del total de arbustos. Se observa también que para los tres rangos intermedios de alturas, que van de 75.5 - 135.5 cms. de altura, se presenta casi un 40.0 % de los individuos, coincidiendo con algunos autores (11) en el sentido de que en arbustos desérticos se puede observar la presencia de una gran cantidad de individuos de alturas alrededor de los 100.0 cms., atribuyéndose a adaptaciones al medio (ahorro de energía).

En la figura No.3 se puede observar el histograma correspondiente a la proporción de hembras que se distribuyen para cada rango de altura, con las dos clases centrales (intervalos 3 y 4) ocupando casi un tercio del total. Para la barra que corresponde a la altura mayor se observa la menor cantidad de individuos, habiéndose presentado un 95.23 % del total, correspondiéndole a ésta, solo un 4.76 %. Tomando en cuenta lo anterior, y tomando también los resultados obtenidos para las formas observadas, se podría esperar que este comportamiento fuera un indicativo de que a medida que avanza en edad, un arbusto de jujoba tiende a tornarse decumbente (rastrero), ya que existen muy pocos arbustos que alcanzan alturas mayores a los 150.0 cms.

Para el caso de la distribución de cobertura en hembras, la mayoría de la población se agrupa alrededor de las clases de cobertura mas pequeña.



Casualmente para la distribución de frecuencias de cobertura, resultó el mismo número de intervalos de clase que para altura (además que se cuenta con el mismo tamaño de la muestra con  $n = 84$ ), aunque el recorrido difiere bastante.

Aquí se observa que para las primeras tres clases de cobertura (hasta 250.0 dm<sup>2</sup>) aparece casi un 86.0 % del total.

El punto máximo se observa, según el histograma, para la clase mas pequeña de cobertura (hasta 95.5 dm<sup>2</sup>). Este comportamiento es similar al que presentan los individuos andróbicos (machos), (ver Cuadro No.4), que para las tres primeras clases aparece casi un 75 % del total, con un máximo en el intervalo 2 con 37.03 % .

Aparentemente la agrupación de coberturas hacia las clases menores se debe a ciertas conductas observadas en la población y que indican que existen una relación directa entre el número de individuos y la etapa de desarrollo de la población (o edad), ya que a medida que transcurre el tiempo la población se ve sometida a un creciente número de presiones de control (depredación, estrés hídrico, competencia intra - específica, etc.) de tal modo que el número de individuos se va reduciendo conforme avanza su edad.

Respecto a las frecuencias presentadas en individuos pre-reproductivos (Cuadro No.5), al parecer se comportan de manera similar a los individuos adultos, solo que por



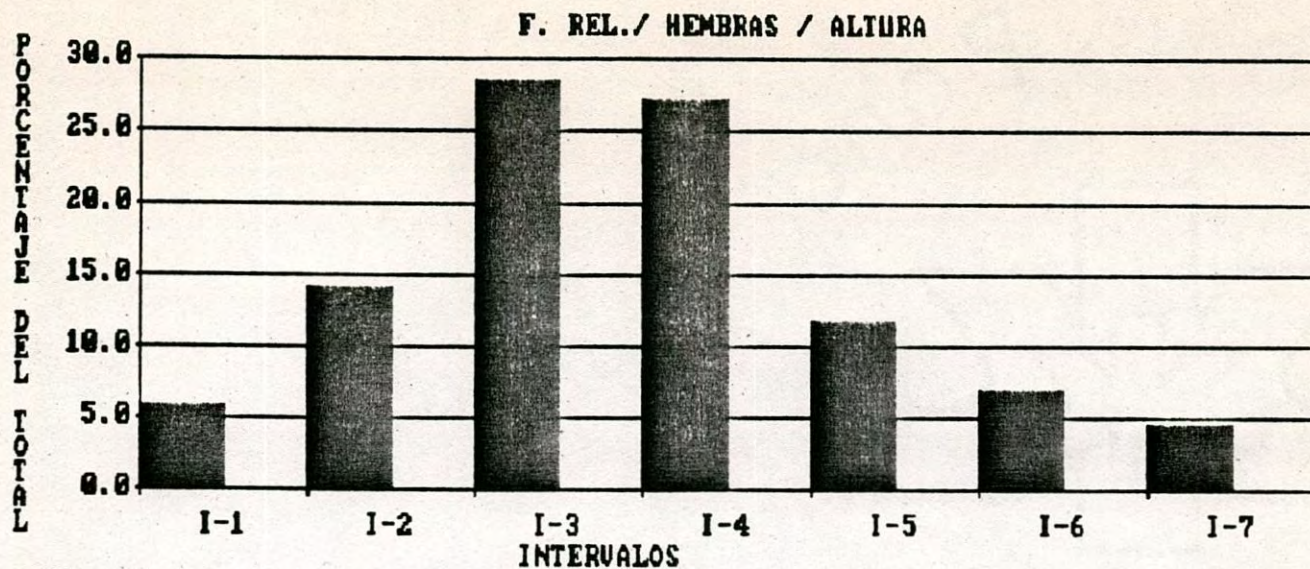


Fig. No.3.- Histograma para Frecuencia Relativa de Altura en Hembras (% del Total).

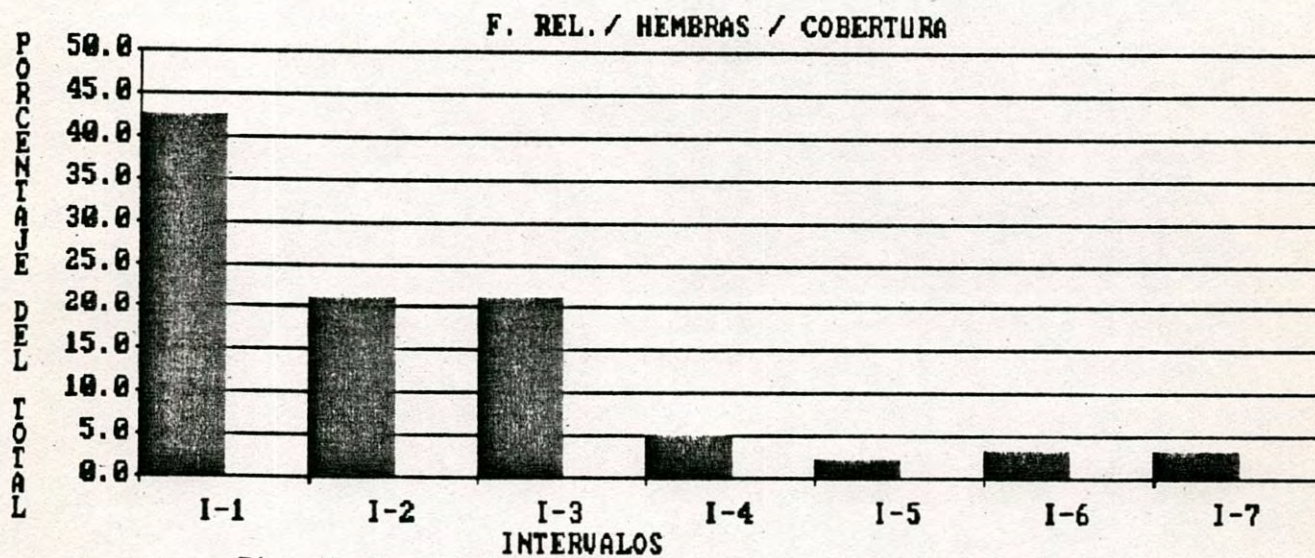


Fig. No.4.- Histograma para Frecuencia Relativa de Cobertura en Hembras (% del total).



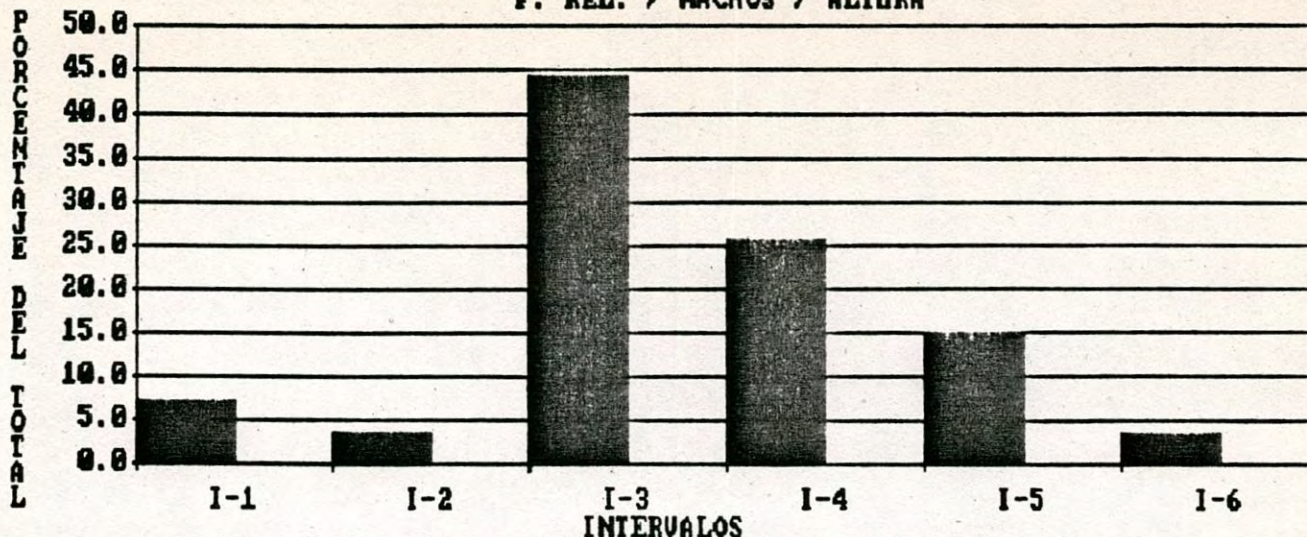


Fig. No.5.- Histograma para Frecuencia Relativa de Altura en Machos (% del total).

F. REL. / MACHOS / COBERTURA

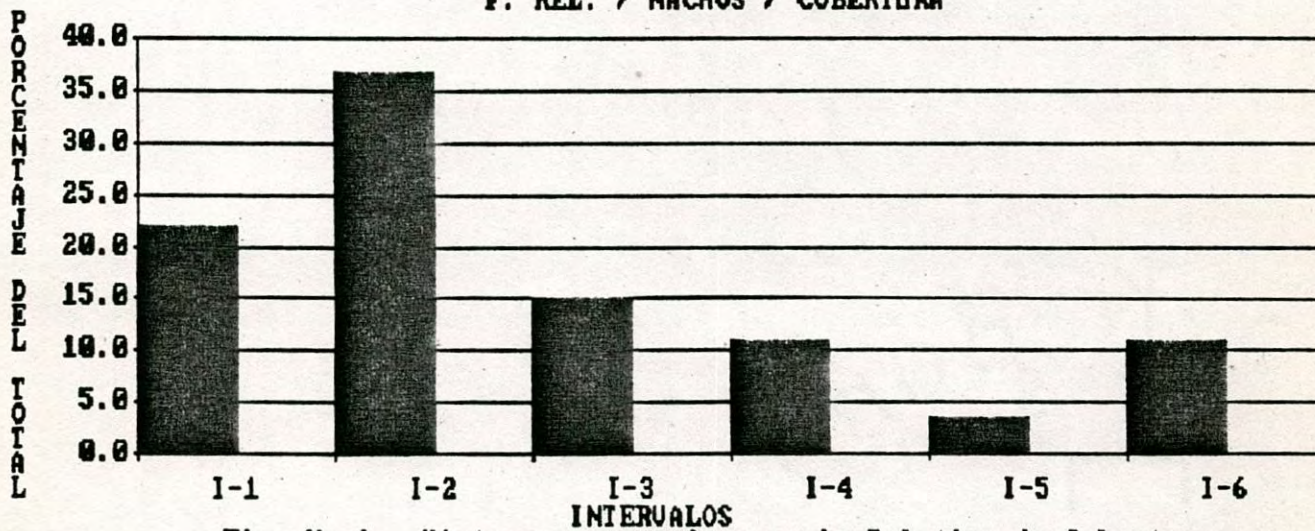


Fig. No.6.- Histograma para frecuencia Relativa de Cobertura en Machos (% del total).



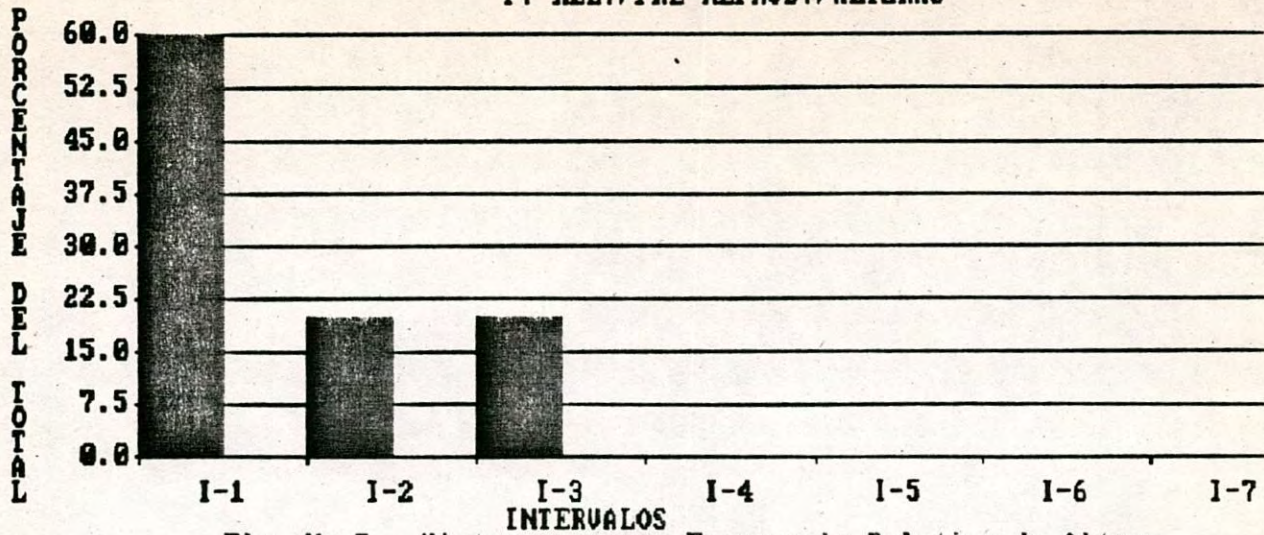


Fig. No.7.- Histograma para Frecuencia Relativa de Altura en Pre-reproductivos (% del total).

F. REL./PRE-REPROD./COBERTURA

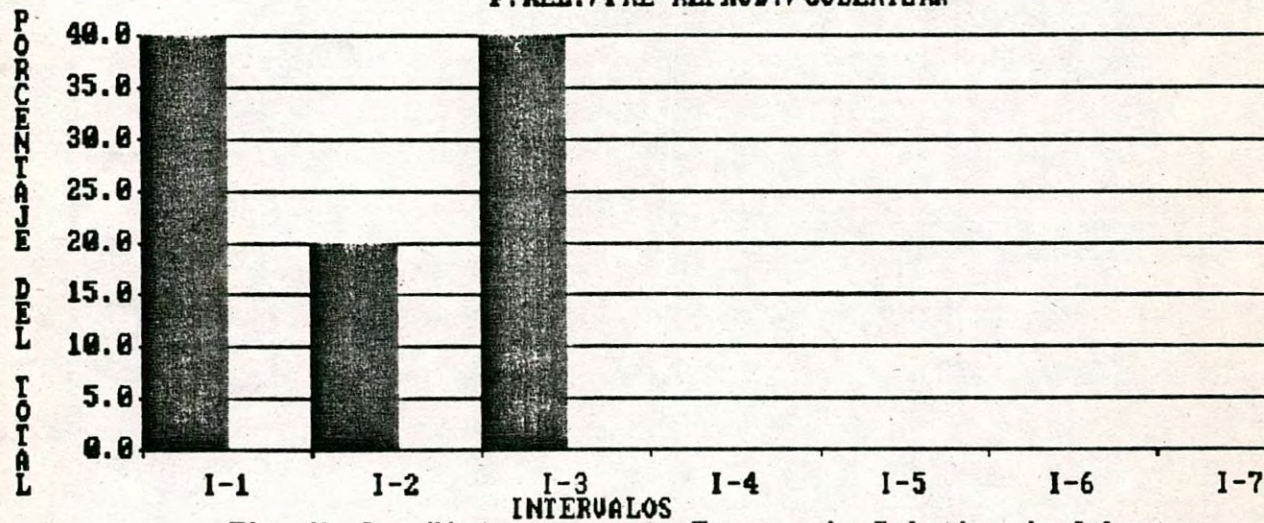


Fig. No.8.- Histograma para Frecuencia Relativa de Cobertura en Pre-reproductivos (% del total).



lo reducido del tamaño de la muestra, resultan restringidas las conclusiones sobre esto. En el caso de las frecuencias de alturas se observa que predominan las alturas inferiores (hasta 45.5 cms.) (Fig. No.7). En el caso de cobertura, la predominancia se distribuye hacia las clases límites (Figura No.8), demostrando que en las primeras etapas de vida de la especie se presenta una marcada homogeneidad en forma y tamaño, lo cual coincide con datos observados acerca de la forma cónica ( $f_{rel}=70\%$ ) entre las clases inferiores.

## II.- MUESTREO DESTRUCTIVO

### 1.- Características de la población en Pesos y Medidas.

Se efectuaron varios muestreos destructivos en el transcurso de un año, con el fin de contar con una muestra grande cosechada.

Se talaron un total de 63 individuos reproductivos (entre andróticos y ginóticos) y 15 individuos pre-reproductivos (juveniles y plantulas).

En el Cuadro No.6, se detallan los resultados relacionados al muestreo destructivo, donde se observa que la acumulación de biomasa aérea total es diferencial en cada uno de los estratos de tamaños dentro de la población y depende de la tasa específica de producción desarrollada por la especie para cada tamaño.

La acumulación de biomasa se incrementa a medida que se trata de clases de mayor cobertura. En peso seco total



Cuadro No.6 Características de la jojoba para las diferentes clases de cobertura en el Muestreo Destructivo.

CLASES	Altura ( cms )	Diam. basal ( cms )	# Ramif.	P.Seco s/suelo. ( g )
CLASE A ( 22 )*	x=66.02 SD=18.38	x=9.15 SD=5.66	x=8.7 SD=4.13	x=370.50 SD=234.13
CLASE B ( 11 )	x=96.68 SD=17.39	x=12.41 SD= 5.56	x=16.18 SD= 9.62	x=1462.03 SD= 445.73
CLASE C ( 11 )	x=112.40 SD=16.62	x=22.94 SD=10.94	x=16.54 SD=6.90	x=3291.58 SD=1445.23
CLASE D ( 22 )	x=157.42 SD= 28.98	x=30.44 SD=11.66	x=23.70 SD=10.84	x=7610.14 SD=2969.45

\* : Número de individuos muestreados.



( en grs.) se aprecia que de la clase "A" a la clase "B" existe una diferencia en medias de 800.00 grs. aprox., de la "B" a la "C" difiere en 1400.00 grs. y de la "C" a la "D" de 3400.00 grs. Debido a que la variación no es constante entre las clases, observandose que la diferencia se va incrementando para las clases mayores, se presume que este comportamiento obedece a características funcionales de la población. Es notable que en algunos componentes de la biomasa, como peso de hojas y peso de tallos, la velocidad de incremento aumenta en mayor proporción según aumenta el tamaño de la clase.

## 2.- Análisis de regresión.

Después de contar con las tablas de datos del muestreo destructivo, se procedió a correr una serie de análisis de regresión tomando en cuenta diversas relaciones alométricas del arbusto. Entre otras, se efectuaron la relación entre cobertura contra cobertura por altura, cobertura contra biomasa, y cobertura por altura contra biomasa aérea, con bloqueo por clase. Estos valores resultaron bastante bajos. En el caso de la relación entre cobertura contra cobertura por altura resultaron valores altos. Aunque no representa una relación funcional de la población, si representa según el valor del coeficiente  $r^2$ , un buen estimador de la biomasa ya que existe una relación directa ( alta ) entre una característica fácilmente obtenible y un estimador de



biomasa, por lo cual se tomó para inferencias posteriores. En esta relación resultaron bajos los valores de la regresión con un bloqueo por clase, por lo cual se eliminó este y se ejecutaron las mismas regresiones con bloqueo por sexo, los cuales se pueden observar en el Cuadro No.7, y Figuras Nos. 9, 10 y 11 para la dispersión de puntos sobre la recta, con lo cual aumentó el tamaño de la muestra por cada regresión, y aumentó considerablemente el valor de  $r^2$ , posiblemente debido a que aumentó con esto, la variación en cada muestra. como se observa, las regresiones lineales son del tipo  $\text{Log } \hat{Y} = a + b (\log x)$ . Se hicieron análisis de regresión para las relaciones Ln cobertura vs. Ln biomasa aérea; Ln cobertura x altura vs. biomasa aérea; y Ln cobertura vs. Ln cobertura x altura, de las cuales esta última resultó con los valores mayores. Aunque como se mencionó antes, esta relación no representa una característica funcional, por lo cual se decidió a tomar la relación de cobertura x altura vs. biomasa aérea para efectuar las estimas necesarias.

Al efectuar un bloqueo por sexos se obtuvieron las clases "hembras", "Machos", "Juveniles y plantulas", cuyos valores se pueden ver en el Cuadro 7. Una vez determinados estos valores (significando una relación confiable de estimación) se corrieron análisis de regresión para las plantas del muestreo no destructivo.



RELACION	SEXO	ECUACION	COEFICIENTE DE DETERMINACION ( r <sup>2</sup> )
) Ln Cobertura (cm <sup>2</sup> ) x Altura (m) vs Ln Biomasa (gr).	HEMBRAS	$\text{Ln}\hat{Y} = - 0.8213 + (0.8587) \text{LnX}$	r <sup>2</sup> = 0.92
) Ln Cobertura (cm <sup>2</sup> ) x Altura (m) vs. Ln Biomasa (gr).	MACHOS	$\text{Ln}\hat{Y} = - 1.3783 + (0.9154) \text{LnX}$	r <sup>2</sup> = 0.95
) Ln Cobertura (cm <sup>2</sup> ) x Altura (m) vs. Ln Biomasa (gr).	JUVENILES Y PLANTULAS	$\text{Ln}\hat{Y} = - 2.6782 + (0.6699) \text{LnX}$	r <sup>2</sup> = 0.98

Cuadro No. 7 .- ECUACIONES DE REGRESION UTILIZADAS PARA LA DETERMINACION INDIRECTA DE LA BIOMASA AEREA.



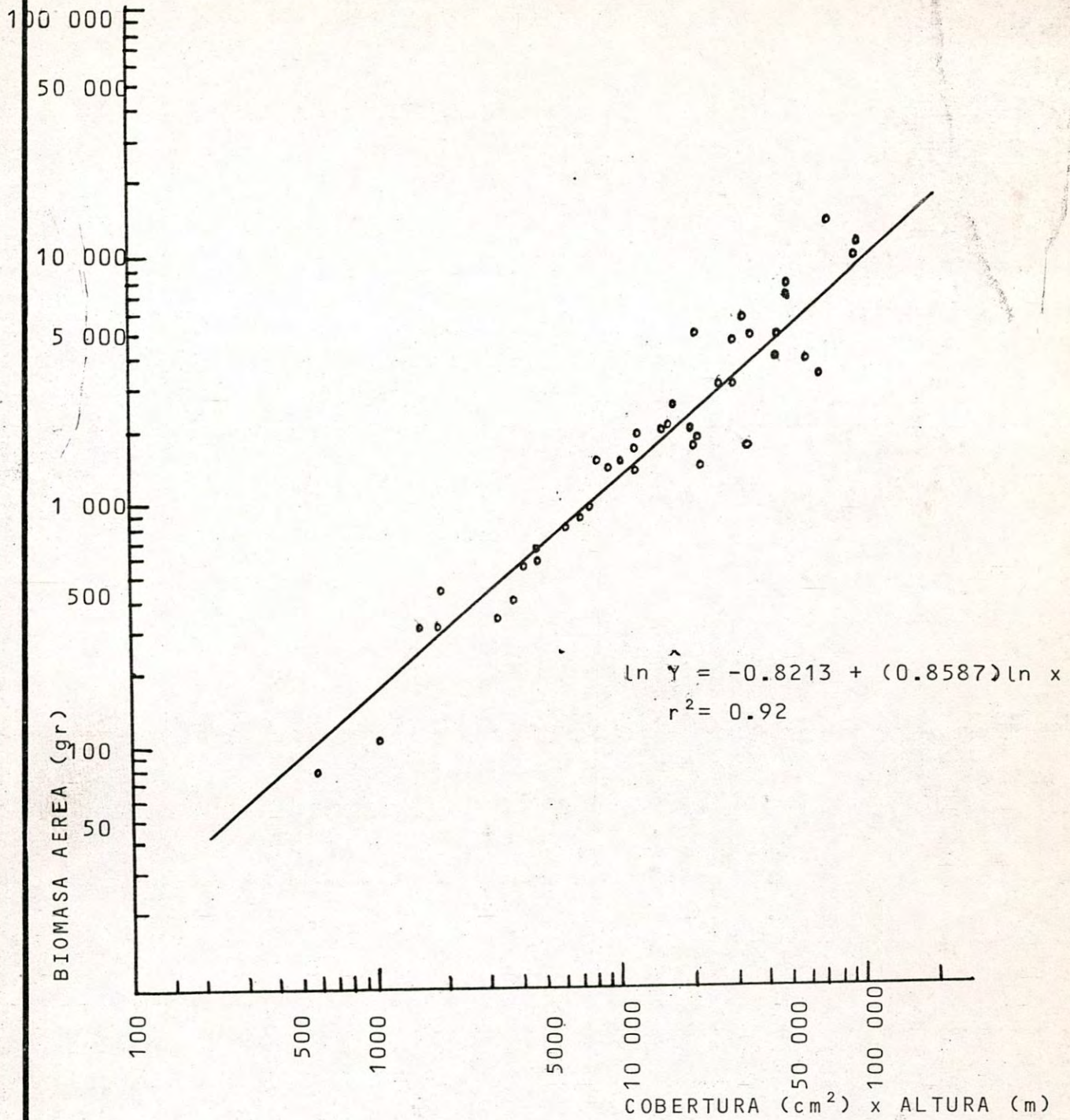


FIGURA No. 9      Dispersión de puntos y Recta de Regresión  
para Hembras.



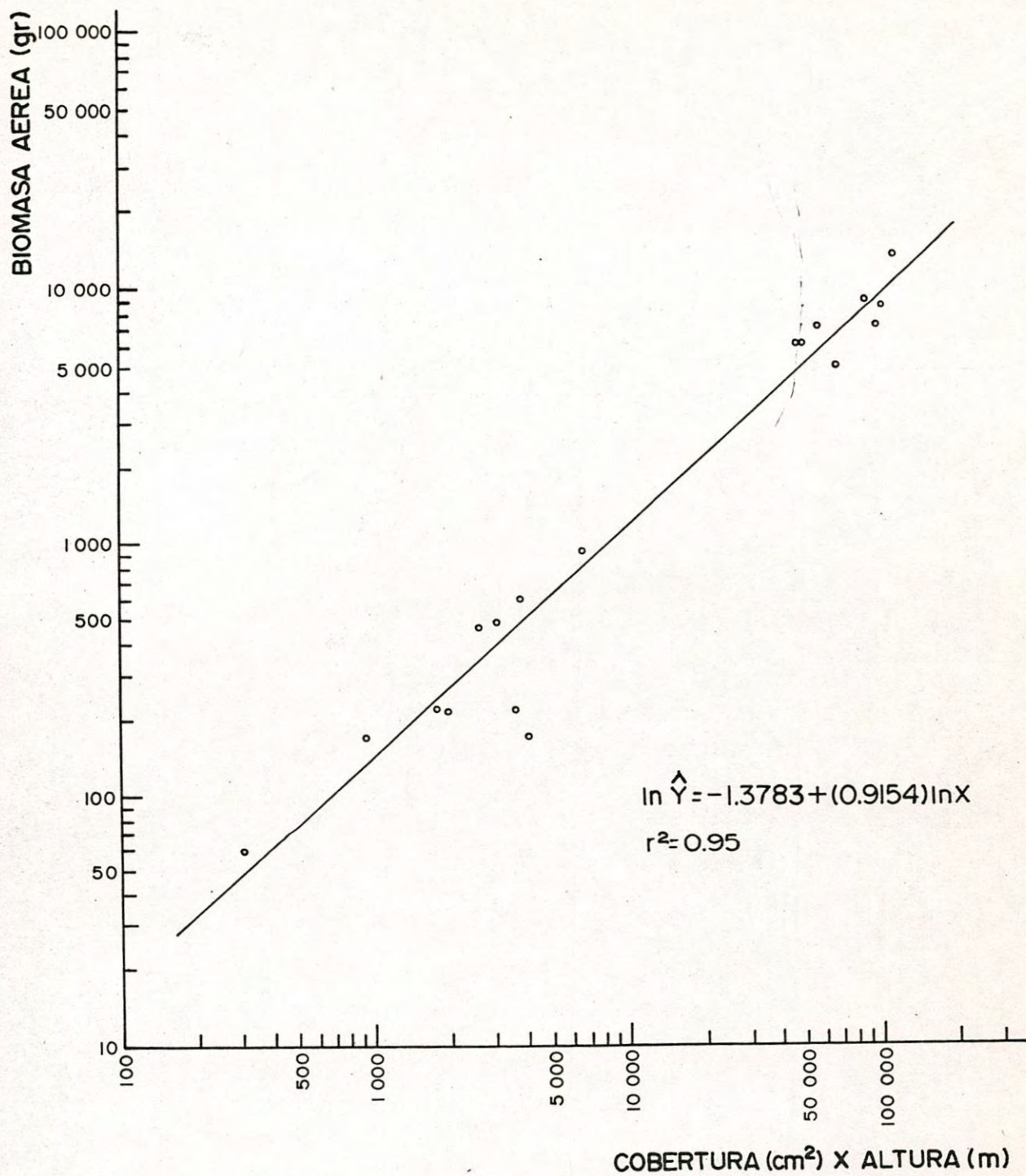


FIGURA No. 10 .- Dispersión de puntos y Recta de Regresión para Machos.



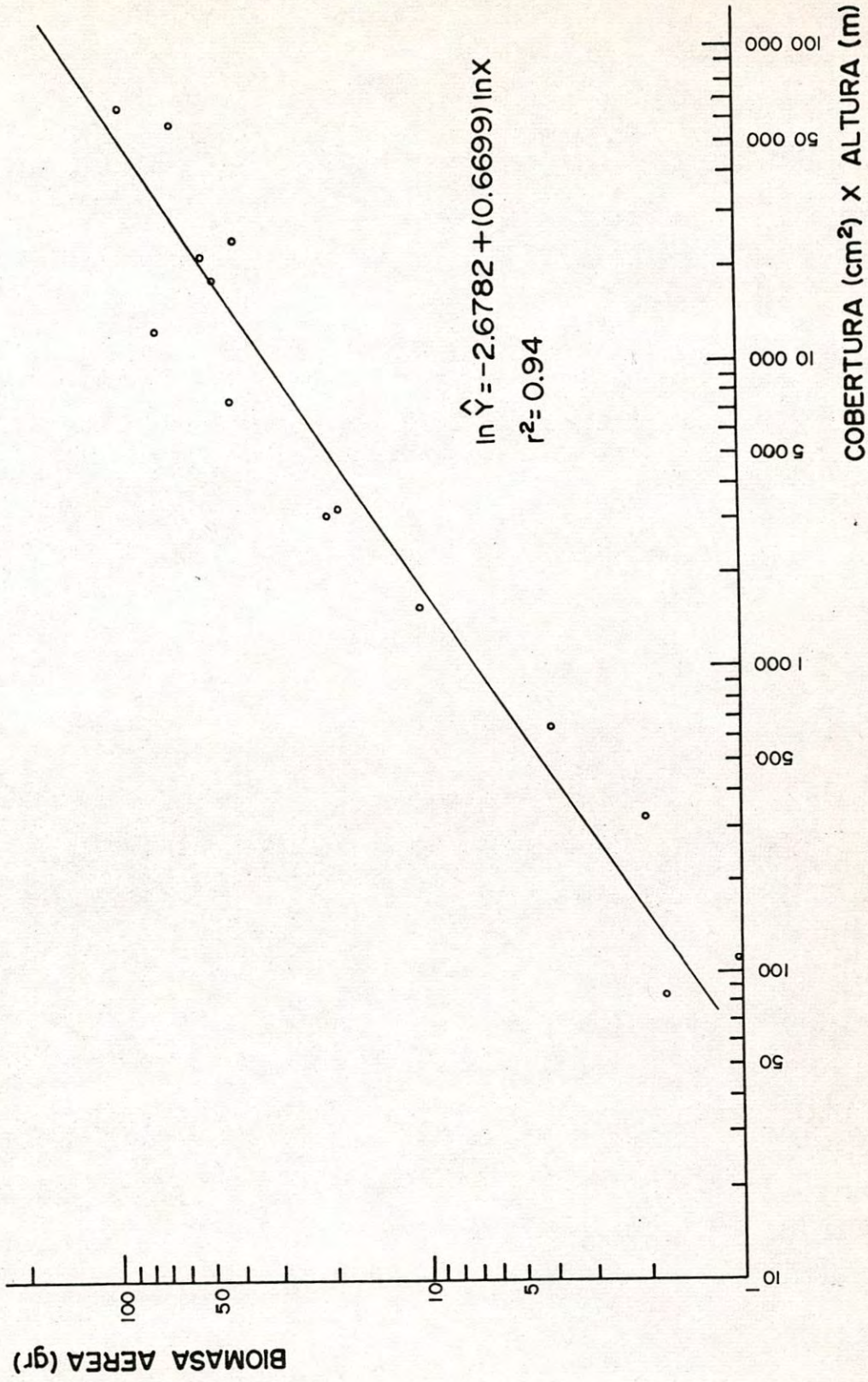


FIGURA No. 11 .- Dispersión de puntos y Recta de Regresión para Pre-Reproductivos.



### 3.- Estimación indirecta de la biomasa.

Con los análisis anteriores y en base a los resultados observados, se seleccionó el volumen del cilindro (cobertura x altura) como estimador de la biomasa, dentro de la regresión lineal del tipo  $Y^{\wedge} = a + bx$ , para la relación: Ln cobertura (cms) x altura (m) vs. Ln biomasa aérea total (grs.) para inferir la biomasa de la población muestreada en forma no destructiva.

### III.- ESTIMACION DE LA BIOMASA

Se usaron tres ecuaciones para estimación de la biomasa para las clases resultantes en un bloqueo por sexos. Con las ecuaciones de regresión se determinó la biomasa presente en el área, muestreada en forma no destructiva.

En el Caudro No.8 se observan los valores de las medias de producción estimadas de biomasa por clase. En la Figura No.12 se pueden ver los valores medios de la biomasa estimada por clase, y la producción total de la población. En el histograma (a) se aprecia la distribución de frecuencias (abundancia de individuos) por clase. En el histograma (b) la media del cultivo estable ó biomasa, calculandose con ésto, un valor medio de tamaño y peso por clase. En base a estas estimas se calculó el aporte de biomasa por clase a la población (histograma c).

Una vez que se cuenta con las ecuaciones para las líneas de regresión es posible inferir la biomasa para



VALORES  $\bar{X}$  DE BIOMASA

JUVENILES

MACHOS

HEMBRAS

CLASE

12.41

$\Sigma = 86.89$

511.88

$\Sigma = 3\ 071.28$

502.92

$\Sigma = 15\ 590.79$

CLASE " A "

1 448.94

$\Sigma = 14,489.45$

1 359.98

$\Sigma = 32,639.75$

CLASE " B "

2,919.34

$\Sigma = 20,436.44$

2,722.07

$\Sigma = 59,885.64$

CLASE " C "

6,090.37

$\Sigma = 30,451.87$

5,719.34

$\Sigma = 45,754.76$

CLASE " D "

86.89

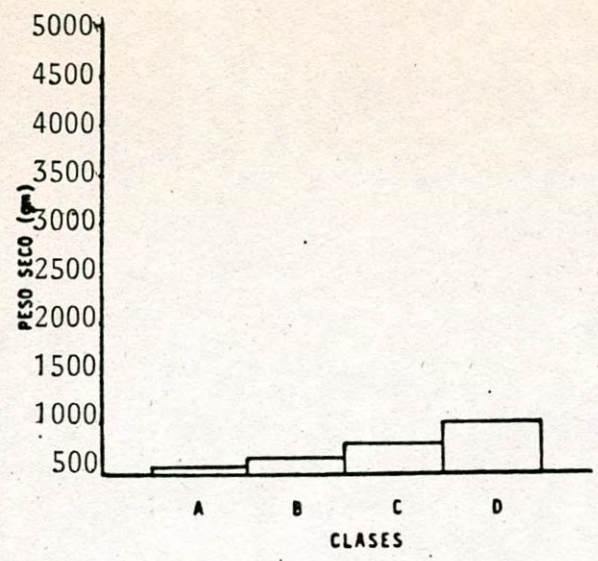
68,448.04

153,870.94

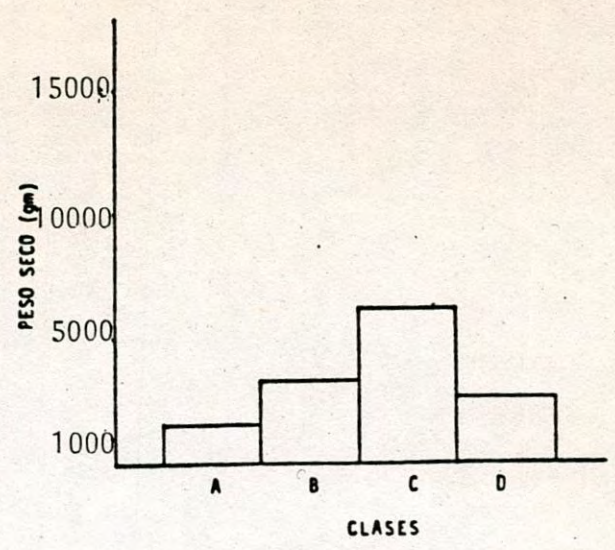
TOTALES PARA LAS  
SUMATORIAS.

Cuadro No. 8 .- VALORES MEDIOS DE BIOMASA ESTIMADA ( en grs ) PARA CADA CLASE EN UN BLOQUEO POR SEXOS.

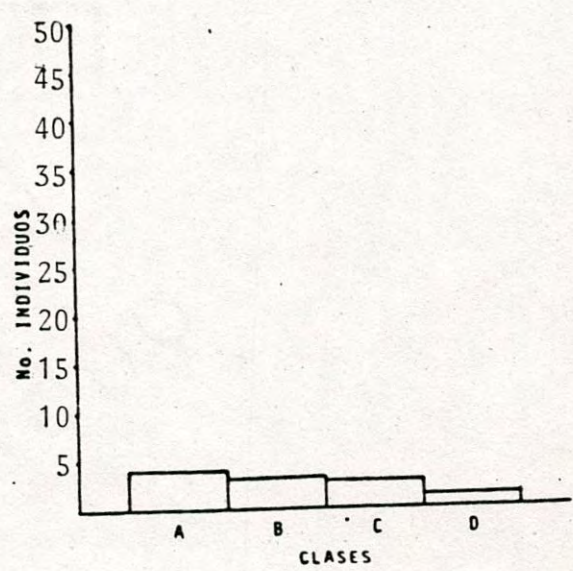




HIST. B: Valores  $\bar{X}$  de biomasa estimada para hembras y juveniles en Puerto Libertad, referido a 1000 m<sup>2</sup>.



HIST. C: Producción estimada por clase de cobertura, para hembras y juveniles en Puerto Libertad, referido a 1000 m<sup>2</sup>.



HIST. A: Distribución de frecuencias para hembras y juveniles en Puerto Libertad, referido a 1000 m<sup>2</sup>.

Figura No.12.- Valores Medios de Biomasa Estimada ( por clase ); y de Producción Estimada por clase.



poblaciones de jojoba de otros sitios, sin embargo se deberá cuidar que sean aplicables con un buen grado de confianza.

Para tratar de resolver esto, se hacen comparaciones con estudios que se han llevado a cabo en otros lugares.

Burk y Dick - Peddie (8) para *Larrea tridentata* obtuvieron ecuaciones de regresión muy similares, usando volumen de la copa contra biomasa aérea, tomando a los arbustos como forma de cono invertido, que resulta ser la misma forma observada en nuestro trabajo, para la clase mas pequeña de cobertura.

En un estudio hecho en la Costa de Hermosillo por R. Ramonet (31), con el fin de determinar el rendimiento en semilla para jojoba cultivada, se presentan análisis de correlación (múltiple) usando distintas variables observables, solo que en la mayoría de los casos se presentan coeficientes de determinación muy bajos, concluyendo que resulta poco confiable usar las variables en forma independiente.

En un trabajo muy similar al nuestro, Braun y Espericueta (6) en Punta Chueca Sonora, describen el método usado para determinar la biomasa para una población silvestre de jojoba y se muestra el tipo de ecuación usada. Se presentan gráficas donde se observa que algunas características fácilmente medibles del arbusto (altura, volumen y diámetro del tallo) guardan relación directa con la producción de peso seco, solo que no se



muestran los valores usados para la aplicación de la ecuación.

#### IV.- APLICACION DE LAS ECUACIONES DE TAMANO - BIOMASA.

El fin de este tipo de trabajos es facilitar el proceso de estimación de la biomasa, ya que la estima por cosecha directa resulta sumamente larga y tediosa. En la mayoría de los casos se podrán aplicar, aunque es recomendable realizar pequeños muestreos en el área con el fin de introducir factores de corrección a las ecuaciones previamente determinadas. En algunos casos cuando se trata de plantas cultivadas que han sido sometidas a procesos de domesticación, posiblemente algunas características ( ejm: diámetros de copa ) no resulten apropiados para la estimación pero algún otro rasgo, como altura o número de tallos pudiera ser de utilidad.

El mismo tipo de ecuaciones puede ser usado para estimaciones mas detalladas como son: peso de hojas; peso de tallos; peso de órganos reproductivos, etc. utilizando relaciones alométricas para determinar las ecuaciones de regresión para cada uno de los componentes de la biomasa, y elaborar gráficas semejantes a la que se muestra en la fig. No. 13, donde se puede estimar o incluso extrapolar valores de producción de semilla para diferentes clases de cobertura.



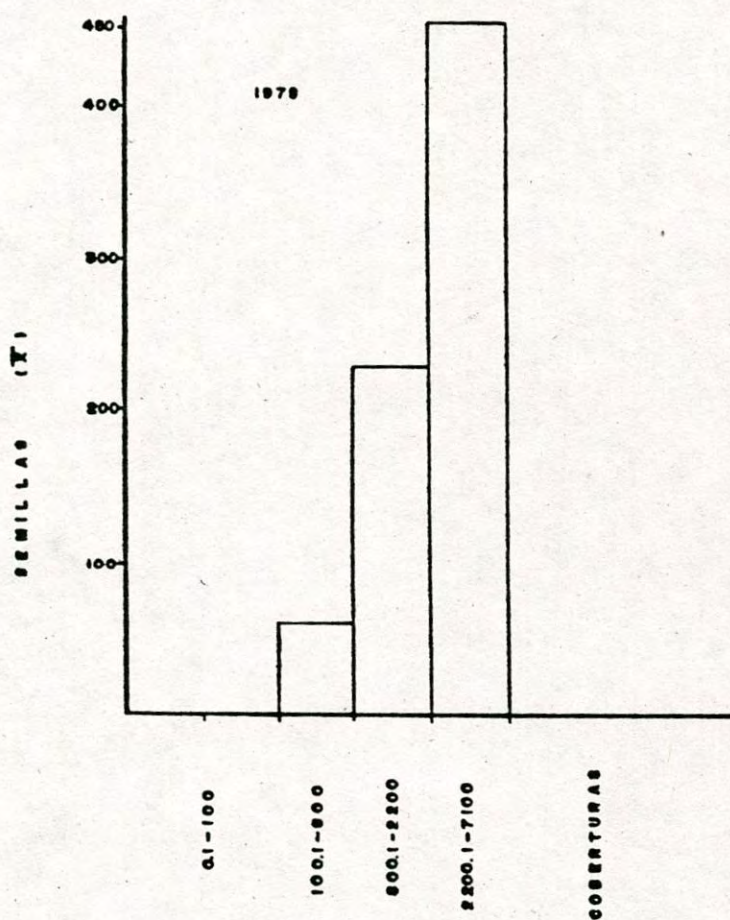


Figura No.13.- Producción de Semilla para Diferentes Coberturas en Individuos Ginóicos de Jojoba.



## CONCLUSIONES

- 1.- Las medidas de biomasa pueden ser factibles a partir de relaciones alométricas en caso de existir relaciones proporcionales entre medidas y pesos, mas aun tratándose de especies como la jojoba que presenta poca variación fenotípica en diversidad de poblaciones, patrones de crecimiento predecibles y que se distribuye en regiones con climas de fuertes fluctuaciones estacionales.
- 2.- La producción de material vegetal en jojoba se relaciona directamente a características fácilmente obtenibles.
- 3.- La jojoba no presenta grandes diferencias en la tasa de producción en un bloqueo por sexos, sin embargo se requiere de ecuaciones propias para cada sexo.
- 4.- Se puede esperar que la producción de semilla se encuentre relacionada con características fácilmente medibles en las plantas y poder hacer predicciones a futuro.
- 5.- El uso de métodos de estima cortos como éste, se deberá restringir a estudios donde se requieran de estimas gruesas ya que presenta poca exactitud si se limita a regresiones para biomasa total sin análisis específicos por componentes.



6.- El método presenta poca exactitud, pero es de gran beneficio para estimas amplias a partir de grupos extensos de datos de diámetros y alturas. El hecho de no tomar en cuenta las pérdidas de material por pastoreo o decaimiento por senescencia resulta en una sobreestimación de la biomasa, que en el mejor de los casos puede ser minimizada en función de no tomar en cuenta la producción de fracciones de nuevo crecimiento.

7.- Resulta evidente que el grado de precisión de una estima indirecta se incrementa en función del grado de detalle con que se lleven a cabo los muestreos destructivos.

8.- El uso de ecuaciones de regresión con línea recta de mínimos cuadrados puede resultar somera y habría que compararse con otro tipo de curvas de estimación ( otro tipo de ecuaciones ), tratando de elevar el grado de precisión de la estima.

9.- El grado de precisión de la estima mostró incremento con el uso de ecuaciones logarítmicas de regresión.

10.- Es posible determinar el peso seco a partir de medidas de volumen o cobertura con un bloqueo por sexos.



11.- Las clases intermedias de cobertura son mas abundantes, por lo cual pueden resultar ser las mejores para explotación comercial.



## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Atiwill, P. 1962. Estimating branch dry weight and leaf area from measurements of branch girth in Eucalyptus. For.Sci.8(2):132-141.
- 2.- Atiwill, P. 1968. Determination of forest biomass. For.Sci.14(1):13-15.
- 3.- Baskerville, G. 1965. Dry Matter production in immature balsam fir stands. Forest Science. Monogr. 9. 42 p.
- 4.- Baskerville, G. 1965. Estimation of dry weight of tree component and total standing crop in conifer stands. Ecology 46(6):867-869.
- 5.- Baskerville, G. 1972. Use of logarithmic regression in the estimation of plant biomass. Can. Jour. For. 2(49):49-53.
- 6.- Braun, R. y M.Espericueta. 1978. Biomasa y producción ecológica de Jojoba, *Simmondsia Chinensis* (Link) Schneider, en el Desierto Costero de Sonora. Deserta 5:57-72.
- 7.- Bunce, R. 1968. Biomass and production of trees in a mixed deciduous woodland. J. Ecol. 56:759-775.
- 8.- Burk, J. and W.A. Dick-Peddie. 1973. Comparative production of *Larrea divaricata* cav. on three geomorphic surfaces in Southern New Mexico. Ecology 54:1094-1102.
- 9.- Burrows, W. 1972. Productivity of an arid zone Shrub *Eremophila gilesii* community in South West Western Queensland. Australian Jour. Bot. 20:317-329.
- 10.- Castellanos, V. 1980. Cambios estacionales de la vegetación en una comunidad de *Larrea-Elourensia* en el N.E. de Zacatecas, México. México, UNAM. p. 6-14 (Tesis).
- 11.- Castellanos, V., F.Molina, y G.Mayoral. 1981. Establecimiento de un ecocultivo de Jojoba. Informe técnico. En Prensa. CICTUS. Hermosillo, Sonora.
- 12.- Chapman, S. 1976. Methods in plant ecology. Oxford.Blackwell Sc.Publ. 536 p.
- 13.- Chew, R. and A.E. Chew. 1965. The primary



- productivity of a desert shrub *Larrea tridentata* community. Ecol. Monogr. 35(4):355-375.
- 14.- Elkington, T. and M. G. Jones. 1975. Biomass and primary production of Birch (*Betula pubescens* S.Lat.) in South-West Greenland. J.Ecol.63:821-830.
- 15.- Garcia, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. 2da Ed. México. UNAM. 246 p.
- 16.- Gentry, H. 1958. The natural history of Jojoba, *Simmondsia chinensis*, and it's cultural aspects. Econ. Bot. 12(3):261-295.
- 17.- Harrington, G. 1979. Estimation of aboveground biomass of trees and shrubs in a *Eucaliptus populnea* F. Muell, woodland by regression of mass on trunk diameter and plant height. Austr. J. Bot.27:133-143.
- 18.- International Biological Programme. 1976. Desert Biome. Ecology Center. Utah. Utah State Univ. USA. p.1-34.
- 19.- Kershaw, K. 1975. Quantitative and dynamic plant ecology. New York. Am.Elsiever Pub.Co.Inc. p. 1-9.
- 20.- León, L. y L.Fanjul. 1983. Densidad estomática en plantas masculinas y femeninas de Jojoba, *Simmondsia chinensis*, procedentes, de la Costa de Sonora, Mex. Biotica 8(3):303-307.
- 21.- Ludwig, J. J.F. Reynolds and P.D.Whitson. 1975. Size biomass relationships of several Chihuahuan Desert shrubs. The Am.Midl.Nat. 94(2):451-461.
- 22.- Madwick, H. 1968. Seasonal changes in biomass and annual production of an old-field *Pinus virginiana* stand. Ecology 49(1):149-152.
- 23.- Molina, F. 1980. Aspectos demograficos de semillas y plantulas de Jojoba, *Simmondsia chinensis* (Link) Schneider. Escuela de Agricultura y Ganaderia de la Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora. p. 53 (Tesis).
- 24.- Monk, C. G.I.Child and S.A.Nicholson. 1970. Biomass litter and leaf surface area estimates of an Oak-Hickory forest. Oikos21(1):138-141.
- 25.- Moore, P. and R. Bhadresa. 1978. Population



- structure, biomass and pattern in a semi-desert shrub, *Zygophyllum eurypterum*, in the Turan Biosphere Reserve of North-Eastern Iran. *J.Appl.Ecol.* 15:837-845.
- 26.- Newbould, P. 1967. Methods for estimating the primary production of forest. International Biological Programme. Handbook No.2. London. 62 p.
- 27.- Nihlgard, B. 1972. Plant biomass, primary production and distribution of chemical elements in a beech and a planted spruce forest in South Sweden. *Oikos* 23:69-81.
- 28.- Ortega, M. y A.R.Mendivil. 1984. Características físico-químicas y nutrientes edafológicos y de tejido vegetal en Jojoba, *Simmondsia chinensis* (Link) Schneider. Escuela de Ciencias Químicas de la Universidad de Sonora. 113 p. (Tesis).
- 29.- Oshima, Y. 1970. Primary production. International Biological Programme. Handbook No.6. Japon. p.125-134.
- 30.- Pearsall, W. and E.Gorham. 1956. Production ecology. I. Standing crop of natural vegetation *Oikos* 7(2):206-214.
- 31.- Ramonet, R. 1980. Estudio de correlación y regresión entre características cuantitativas y la productividad en peso de semilla de Jojoba cultivada, *Simmondsia chinensis*, en la Costa de Hermosillo, Sonora. Escuela de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora. Sonora, Mex. 44 p. (Tesis).
- 32.- Rochow, J. 1974. Estimates of above-ground biomass and primary productivity in a Missouri forest. *J.Ecol.* 62:567-577.
- 33.- Romo, I. 1980. Identificación de agentes causales de enfermedades fungosas en Jojoba, *Simmondsia chinensis*, cultivada en la Costa de Hermosillo Sonora. Escuela de Biología de la UAG. Hermosillo, Son. 75 p.
- 34.- Secretaria de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. 1979. Plan ecológico del Estado de Sonora, (Ecoplan). SAHOP y Gobierno del Estado de Sonora. Hermosillo, Sonora. Mex. 258 p.
- 35.- Sepulveda, J. y H.Parra. 1976. La Jojoba, *Simmondsia*



*chinensis*: Una alternativa económica para el desarrollo de las zonas áridas y semi-áridas de México. *Ciencia Forestal*.1(4):40-49.

- 36.- Sherbrooke, W. and E.F.Hasse. (1974). Jojoba: A wax producing shrub of the Sonoran Desert. Literature review. USA. OALS. University of Az. 235 p.
- 37.- Shreve, F. and I. Wiggins. 1964. Vegetation and flora of the Sonoran Desert. 2 vols. Stanford, USA. Stanford U.Press p. 839-840
- 38.- Wallace, C. and P.W. Rundel. 1979. Sexual dimorphism and resource allocation in male and female shrubs of *Simmondsia chinensis*. *Oecologia* 44:34-39.
- 39.- Whittaker, R. 1961. Estimation of net primary production of forest and shrubs communities. *Ecology* 42:177-180.
- 40.- Whittaker, R., N.Cohen and J.S.Olson. 1963. Net production relations of three tree species at Oak Ridge, Tenn. *Ecology* 44(4):806-810.
- 41.- Whittaker, R. 1965. Branch dimension and estimation of branch production. *Ecology* 46(3):365-369.
- 42.- Whittaker, R. 1966. Forest dimensions and production in the Great Smoky Mountains. *Ecology* 47(1): 103-121.
- 43.- Whittaker, R. and G.M.Woodwell. 1968. Dimensions and productions relations of trees and shrubs in the Brookhaven forest, New York. *J.Ecol.* 56:1-25.
- 44.- Whittaker, R. and W.A. Niering. 1975. Vegetation of the Sta. Catalina Mountains, Az. V.- Biomass, production and diversity along the elevation gradient. *Ecology* 56:771-790.