

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



**"DISEÑO DE UN MÉTODO PARA LA CUANTIFICACION DE LAS
EXISTENCIAS DE FIBRA DE LECHUGUILLA (AGAVE
LECHEGUILLA TORREY) Y ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN
CUATRO POBLACIONES DEL NORESTE DE MÉXICO."**

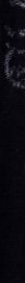
TESIS DE LICENCIATURA

**QUE COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO FORESTAL**

**PRESENTA:
RAÚL PULIDO PÉREZ**

Linares, Nuevo León

Agosto, 2004



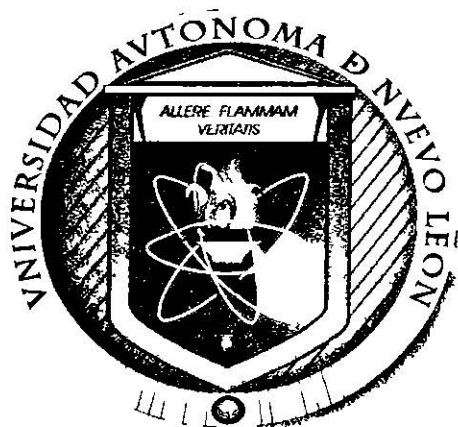
TL
SB317
.A2
P85
2004
c.1



1080171454

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



**“DISEÑO DE UN MÉTODO PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LAS
EXISTENCIAS DE FIBRA DE LECHUGUILLA (*AGAVE LECHUGUILLA
TORREY*) Y ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN CUATRO
POBLACIONES DEL NORESTE DE MÉXICO”**

TESIS DE LICENCIATURA

**QUE COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO FORESTAL**

PRESENTA:

RAÚL PULIDO PEREZ

Linares, Nuevo León.

Agosto, 2004

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

***“DISEÑO DE UN MÉTODO PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LAS EXISTENCIAS
DE FIBRA DE LECHUGUILLA (AGAVE LECHUGUILLA TORREY), Y
ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN CUATRO POBLACIONES DEL
NORESTE DE MÉXICO.”***

**TESIS DE LICENCIATURA
QUE COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO FORESTAL**

**PRESENTA
RAÚL PULIDO PÉREZ.**

COMITÉ DE TESIS

**DRA. MARISELA PANDO MORENO.
DIRECTORA**

**DR. ENRIQUE JURADO YBARRA.
ASESOR.**

**DR. HORACIO VILLALÓN MENDOZA.
ASESOR.**

**M. C. DAVID CASTILLO QUIROZ.
ASESOR EXTERNO.**

DEDICATORIA.

Este esfuerzo está dedicado a la memoria de las personas que me enseñaron a luchar en la vida y a disfrutar cada uno de los momentos de mi existencia. En donde he aprendido, a base de vivencias fantásticas llenas de alegría y amargura, en los momentos clave a lo largo de mi existencia. Para ustedes: Agustina, Ramona y Gabino a quienes recuerdo y AMO con todo mi corazón.

A mi Padre: Oscar Pulido, así como a mi segunda madre: Maria Griselda quienes me han encaminado, guiado y ayudado a lo largo de los años y de la carrera, MIL GRACIAS!!!.

A mis hermanos: Oscar quien me ha hecho sentir el privilegio y gusto de ser tío, así como a mis demás hermanos: Carlos R., A. Karina, O. Alejandro, Antonio y Rene. Quienes han sido alicientes y motivos de superación diaria en mi vida.

Sin duda a las personas que me abrieron sus puertas a lo largos de estos 5 años y quienes además de ser mis parientes me han brindado y demostrado su amistad. Especialmente para: la Sra. Ma. Guadalupe Pulido Silva y el Sr. Jorge A. García Camarillo, así como a todos los partícipes de mi adorable familia de quienes he aprendido en el transcurso de mis años: Ramiro y Celia (chela), Raúl y Cristina, Ricardo y Griselda así como a sus hijos.

También a las personas las cuales le dieron el ser y estar a mi padre: a mis adorados abuelos Raúl Pulido Camarillo y Josefina Silva Balboa, quienes me enseñaron a ver la vida de un modo diferente, para poder ampliar mis alternativas de éxito tanto personal como profesional.

Además de mis amigos quienes estuvieron en los momentos felices y difíciles de mi vida, siempre compartiendo y apoyando de mil formas. Quienes además me enseñaron el significado de la AMISTAD, la TOLERANCIA, el PERDÓN, la CONFIANZA, el AMOR y todas esas palabras que tienen eco y hacen de una persona un ser humano de verdad.

A tí quien fuiste quien me hizo sentir lo bello que es AMAR, por haberme dado estabilidad emocional durante este largo recorrido dentro de mi preparación profesional.

ESTE OBJETIVO CUMPLIDO, DENTRO DE MI VIDA ES SUYO!!!!!!!!!!

AGRADECIMIENTOS.

Quiero iniciar agradeciendo a la Dra. Marisela Pando Moreno por haber aceptado ser mi guía en la elaboración de este trabajo, por su confianza depositada al invitarme para la elaboración del mismo, además de sus acertados comentarios y excelente asesoría, y sobre todo por su paciencia la cual supo transmitir durante el transcurso del presente trabajo.

Al Mc. David Castillo Quiroz por haberme invitado a ser parte de su equipo de trabajo, así como a su apoyo técnico y haber aceptado ser parte de mi Comité de Tesis

Al Dr. Enrique Jurado Ybarra y el Dr. Horacio Villalón por su invaluable colaboración y participación en la revisión tanto del anteproyecto como del escrito final, además de ser parte del Comité de Tesis.

Sin duda también expreso mi agradecimiento a la Fundación Produce Coahuila A.C., y el CONACYT-CONAFOR por el financiamiento prestado al proyecto No. PRECI 143328F denominado "Manejo intensivo de plantaciones de *Agave lechuguilla* Torr. para el incremento de fibra en el Noreste de México". Proyecto en el cual fui participe para la realización de este trabajo de tesis.

A los ejidatarios de cada una de las localidades presentes en este estudio, los cuales nos atendieron y ayudaron en la toma de datos de campo, así como en la veracidad con que nos transmitieron su conocimiento en la práctica de sus actividades.

A mis compañeros y amigos quienes me ayudaron en la recopilación de los datos de campo: Milton G. Ruiz B., Juan M. Soto Ramos, Alfredo Ortega Guerra, Joel Bravo Garza y Ascensión García Morales.

Además del INIFAP, a través del Campo Experimental Saltillo, por los apoyos de este centro, principalmente al personal técnico del área forestal, encabezados por el MC. David Castillo, MC Antonio Cano Pineda y MC Carlos A. Berlanga Reyes
A mi compañero y amigo Miguel A. González Botello, por su colaboración en la elaboración de los mapas incluidos en el presente trabajo además de su ayuda en la recopilación de datos de campo.

A todos los catedráticos de la Facultad de Ciencias Forestales por su participación académica dentro de mi vida estudiantil.

Al Ing. Oscar Ramírez y a Juany Castillo por su amabilidad y atención dentro de la biblioteca, así como por la encuadernación de este trabajo.

A mis compañeros de la XVI generación: J. Jazmín Bernal Hernández (la jessy), J. Manuel Mata Balderas (el flaco), Milton G. Ruiz B. (el milton), Arturo Mendoza Moya (el chacha), C. Antonio Rios S. (toño), Edgar Saucedo Quesada (la cebolla), J. Milton J. Aragón Palacios, Eduardo Alanis Rodríguez y Juan L. Ruiz (el gordo).
Con quienes tuve la oportunidad de convivir y aprender a lo largo de mi carrera, por eso y muchas cosas más MIL GRACIAS!!!!!!!!!!.

También a todos aquellos compañeros y amigos que compartieron gratos momentos y anécdotas conmigo.

DE ANTEMANO MIL GRACIAS!!!!!!!!!!.

*“La juventud es la época
de construir cimientos,
de invertir un tiempo
que no dará frutos de inmediato,
pero tal inversión,
es necesaria para poder
construir sobre esos cimientos,
una torre monumental.”
(juventud)*

ÍNDICE DEL CONTENIDO.

RESUMEN.....	<i>i</i>
ABSTRACT.....	<i>ii</i>
1.- INTRODUCCIÓN.....	1
2.- OBJETIVOS e HIPÓTESIS.....	4
3.- DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE.....	5
3.1 Taxonomía.....	6
3.2 Clasificación.....	6
3.3 Distribución de la Especie.....	7
3.4 Hábitat de la Especie.....	8
3.5 Importancia Económica de la Especie.....	8
3.6 Obtención de la Fibra o Ixtle.....	10
4.- ÁREA DE ESTUDIO.....	11
4.1 Ubicación.....	11
4.2 Climas.....	13
4.3 Geología.....	15
4.4 Suelos.....	16
4.6 Uso de Suelo y Vegetación.....	17
5.- ANTECEDENTES.....	20
6.- METODOLOGÍA.....	23
7.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29

7.1 Producción de fibra por planta.....32

7.2 Densidad de plantas por hectárea.....33

7.3 Resultados edafológicos:.....37

 a) Densidad aparente.....37

 b) Materia orgánica.....37

 c) Macro y micro nutrientes.....37

7.4 Retención de agua del suelos.....40

8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....44

9.- LITERATURA CITADA.....46

ANEXOS.....52

ÍNDICE DE CUADROS.

	Página
Cuadro 1.- Valores de correlación obtenidos para cada combinación de variables por localidad muestreada.	30
Cuadro 2.- Número de plantas requerido para el muestreo de acuerdo a la ecuación de Bonham (prob. = 90%, K = 0.2).	31
Cuadro 3.- Número de líneas requerido para el muestreo de acuerdo a la ecuación de Bonham (prob. = 90%, k = 0.2).	31
Cuadro 4.- Cantidad de fibra promedio por planta expresada en gramos.	32
Cuadro 5.- Resultados del análisis de varianza comparando producción de fibra seca promedio por planta entre localidades.	33
Cuadro 6.- Número de plantas promedio por transecto de 2m x 30m y por hectárea.	34

Cuadro 7.- Resultados de las pruebas de t comparando número de plantas promedio por hectárea entre localidades ($\alpha = 0.005$)	35
Cuadro 8.- Producción de fibra promedio por planta y por hectárea para cada localidad ($\alpha = 0.05$).	36
Cuadro 9.- Datos edafológicos de las localidades muestreadas.	38
Cuadro 10.- Macronutrientes presentes en las localidades de estudio.	38
Cuadro 11.- Valores de VPT, CA, dCC y CC a partir de la textura de los Horizontes, para retención de agua de los suelos.	39
Cuadro 12.- Valores de producción de ixtle, datos edafológicos y De precipitación pluvial para las localidades de estudio.	42

ÍNDICE DE FIGURAS.

	Página
Figura 1.- Mapa de ubicación de las localidades de estudio.	11
Figura 2. Diagrama ombrotérmico de las localidades del estado de Coahuila.	14
Figura 3. Diagrama ombrotérmico de la localidad de Jaumave Tamaulipas.	15
Figura 4. Malla de puntos utilizada para la localidad de Jaumave Tamaulipas.	26
Figura 5. Peso promedio de fibra seca por planta por localidad.	32
Figura 6. Promedio de individuos por hectárea en cada localidad.	35

INDICE DE FOTOS

	Página
Foto 1. Medición de ^a Altura de la planta.	23
Foto 2. Medición de número de hojas.	23
Foto 3. Extracción de cogollos para tallado.	24
Foto 4. Extracción de la fibra.	24
Foto 5. Medición de transectos 30 * 2m.	25
Foto 6. Extracción de muestras de ^s Suelo .	27

RESUMEN

La lechuguilla (*Agave lecheguilla*, Torr.) es una de las plantas más comunes del Desierto Chihuahuense. Existen reportes de que la fibra que se extrae de esta planta ha sido utilizada desde hace por lo menos 8000 años y, actualmente, es fundamental para unos 20,000 recolectores y sus familias que habitan en el norte de México.

A pesar de los múltiples usos actuales y potenciales de esta especie, no existen planes de manejo que aseguren la conservación y fomento de este recurso. Esto limita las posibilidades de abrir nuevos mercados, con precios más competitivos, al no asegurar un abastecimiento regular y un aprovechamiento sustentable del recurso. Como en cualquier otra especie, la elaboración de un plan de manejo requiere del conocimiento de las existencias actuales del recurso, su producción actual y la productividad anual, lo que permite estimar la tasa de producción, turnos de aprovechamiento y, en general, el plan de manejo para la especie.

La presente investigación aporta conocimientos relevantes al respecto. El objetivo principal de este trabajo fue diseñar un método de muestreo rápido, confiable y no destructivo para estimar la producción de ixtle de lechuguilla en poblaciones silvestres. Este método se aplicó en cuatro localidades de los estados de Coahuila y Tamaulipas (Jaumave, Paredón, Estación Marte y Saucedá) y los resultados de producción son comparados y discutidos. En cada localidad se registraron también variables edáficas y climatológicas para analizar la relación de éstas con la producción de fibra.

En cada localidad se realizó un premuestreo, registrando las características de la planta que pudieran relacionarse con la producción de fibra: altura de la planta, altura del cogollo, diámetro del cogollo y número de hojas. La mejor correlación se dio entre diámetro de cogollo por altura de cogollo contra el peso de la fibra seca ($r^2=0.86$). Mediante la ecuación de Bonham, se determinó el tamaño de muestra necesario, tanto para la producción de ixtle por planta, como para la densidad de plantas por hectárea y se colectaron los datos correspondientes.

La localidad Paredón registró la mayor producción de fibra por planta (17.29 g), seguida de Jaumave (14.06 g) y después Estación Marte (10.57 g) y Saucedá (10.57 g), siendo estas dos últimas estadísticamente iguales. Sin embargo, Paredón fue la localidad con la menor densidad de plantas de lechuguilla por hectárea (9,616 plantas/ha), difiriendo de Estación Marte ($P = 0.007$) y de Jaumave ($P=0.017$), mientras que las demás localidades presentaron densidades de plantas iguales entre sí.

Jaumave fue la localidad que presentó la mayor producción de fibra por hectárea (197 kg), seguida de Estación Marte (172.54 kg), después Paredón (166.28 kg) y, con la menor producción por hectárea, la localidad de la Saucedá (158.14 kg).

Las localidades de Jaumave y Paredón que presentaron la mayor producción por planta, fueron las de menor número de individuos por hectárea. Asimismo, fueron las localidades que presentaron los contenidos de fósforo más altos y los menores contenidos de nitrógeno. La capacidad de almacenamiento del agua en el suelo no parece determinar la producción de fibra por planta, pero sí afectar la densidad de plantas por hectárea.

ABSTRACT

Agave lecheguilla is one of the most common plants in the Chihuahuan Desert. There is documented evidence that its fiber has been used 8,000 years ago and, today is an essential resource for about 20,000 rural gatherers and their families in the arid Northern Mexico.

In spite of the numerous current and potential uses of this species, there is a lack of management plans to promote and protect the resource. This situation limits the possibilities for new markets and better prices for the product, since there are no data to establish a compromise with the potential buyers nor to assure a sustainable use of the resource. As for any other species, a management plan for lecheguilla requires knowledge of the current production and the annual productivity to estimate productivity rates, extraction volume and frequency and, in general, to define the management plan for the species.

This investigation provides relevant information regarding the above mentioned matters. The main objective was to develop a reliable, non-destructive and easy to follow method to estimate production of lechuguilla ixtle in natural populations. The method was applied in four localities of the states of Coahuila and Tamaulipas (Jaumave, Paredón, Estación Marte y Saucedá) and the production results are compared and discussed. Edaphic and climatic variables were also recorded for each locality in order to analyze its relation to fiber productivity.

A pre-sampling was carried out for each locality, recording variables of the plant to be related to fiber production: plant height, cogollo height, cogollo diameter, and number of leaves. Highest correlation to dry weight of fiber was found for multiplication of cogollo height by cogollo diameter ($r^2=0.86$). Sampling size was determined by Bonham's equation, both to plant production and plant density. Data from the resulting number of samples were collected.

Paredón locality showed the highest production of fiber by plant (17.29 g), followed by Jaumave (14.06 g), Estación Marte (10.57 g), and Saucedá (10.57 g), being the last two statistically equals. However, Paredón had the lowest lechuguilla plant density (9,616 plants/ha), and was different to Estación Marte ($P=0.007$) and to Jaumave ($P=0.017$); while the other localities did not show differences in plant density.

Jaumave had the highest production of fiber by hectare (197 Kg), followed by Estación Marte (172.54 kg), Paredón (166.28 kg) and Saucedá (158.14 kg).

METHODOLOGY FOR THE QUANTIFICATION OF LECHUGUILLA'S FIBER (*Agave lecheguilla* Torrey) AND PRODUCTION ASSESSMENT IN FOUR NATURAL POPULATIONS OF NORTHEASTERN MEXICO.

Those localities which showed the highest production by plant (Jaumave and Paredón localities) also showed the lowest number of lechuguilla individuals per hectare. These localities had, as well, the highest content of phosphorus, and the lowest of nitrogen in the soil, amongst the analyzed localities. Water store capacity of the soil did not seem to determine fiber production by plant but to influence density of plants.

1.- INTRODUCCIÓN.

Una de las principales actividades económicas de los pobladores de las zonas áridas es la recolección de especies vegetales nativas para autoconsumo y venta (Aguirre, 1983). Entre estas especies destaca la lechuguilla (*Agave lecheguilla* Torrey, 1869) cuya fibra ha sido utilizada desde hace por lo menos 8,000 años (Sheldon, 1980) y actualmente es fundamental para unos 20,000 recolectores y sus familias (Reyes *et al.*, 2000) debido a los ingresos, aun cuando escasos, que ésta representa.

La fibra de lechuguilla es la materia prima para diversas empresas nacionales y extranjeras (Juárez *et al.*, 1996) si bien la mayor demanda es del mercado internacional. Los principales países importadores de la fibra son: Estados Unidos, Suiza, Japón, Holanda, Alemania y Gran Bretaña (García y Sicilia, 1984; Kirby, 1950), aunque también se exporta a Argentina, Brasil, Canadá, España, Francia, Italia y Venezuela (Nieto, 1983). Sin embargo, el campesino de estas regiones no se plantea la disyuntiva de dedicarse o no a esta actividad, sino que las circunstancias se lo imponen al no haber otra fuente de ingresos ya que en la zona las oportunidades son condicionadas por factores naturales y económicos de difícil control, limitaciones a las que se suman las del subdesarrollo (de la Garza, 1985).

La lechuguilla es una de las plantas más comunes del Desierto Chihuahuense y cubre extensas áreas dentro de las zonas áridas y semiáridas del norte de México y sur de Estados Unidos (Nobel y Quero, 1986; Berlanga, 1992).

La utilización de su fibra se debe principalmente a su suavidad y resistencia, empleándose en la industria automovilística, para elaborar tapetes y bajo-alfombras, en cordelería y cepillería, para fabricar bolsas, sacos y mantas, para cepillos de los aparatos de limpieza y pulido de alfombras y pisos, en la fabricación de varios tipos de brochas, en la limpieza y pulido de maquinaria de acero y los sobrantes se utilizan como material de relleno de muebles o en la elaboración de estropajos (Berlanga *et al.*, 1992a; Flores y Perales, 1989; Kirby, 1950; Rzedowski, 1964; Sheldon, 1980). Otros usos son: la manufactura de tinacos, muebles accesorios para el hogar y lanchas deportivas, siendo posible esto combinando la fibra con resinas termoplásticas, obteniendo así laminas parecidas a las elaboradas con fibra de vidrio (Belmares *et al.*, 1979b; Nieto, 1983). También se extrae una sustancia activa contra el agente causal de la tuberculosis, el bacilo *Mycobacterium tuberculosis* que se inyecta al ganado ovino y vacuno para su protección (Flores y Perales, 1989).

Respecto a su uso como esteroide, la lechuguilla es la materia prima para la obtención de una sapogenina llamada milagenina, que es un precursor esteroideal (Wall *et al.*, 1962). Existe la posibilidad de extraer cortisona, un antiinflamatorio, incluso estrógenos y progesterona, hormonas sexuales femeninas (Nobel, 1998).

A pesar de los múltiples usos actuales y potenciales de esta especie, no existen planes de manejo que aseguren la conservación y fomento de este recurso (Zárate *et al.*, 1991). Esto limita las posibilidades de abrir nuevos mercados, con precios más competitivos, al no asegurar un abastecimiento regular y un aprovechamiento sustentable del recurso. Como en cualquier otra especie, la elaboración de un plan de manejo requiere del conocimiento de las existencias actuales del recurso, su producción actual y la productividad anual, lo que permite estimar la tasa de producción, turnos de aprovechamiento y, en general, el plan de manejo para la especie.

La presente investigación aporta conocimientos relevantes a lo anteriormente mencionado, ya que presenta un método sencillo, no-destructivo y de alta confiabilidad, para estimar la producción de fibra de lechuguilla por unidad de superficie. Se analiza también la relación que guarda la producción de ixtle con algunos factores edáficos y climáticos.

2.- OBJETIVOS.

2.1.- Objetivo General:

- 1) Desarrollar un método no-destructivo que permita una estimación, con alta confiabilidad, de la fibra de lechuguilla por planta y por unidad de área.
- 2) Analizar la relación entre la producción de fibra en poblaciones silvestres y las condiciones climáticas y edáficas donde se desarrollan.

2.2 Objetivos Particulares:

- Determinar las variables físicas de la planta (alturas de cogollo y planta, diámetro de cogollo, número de hojas y varias combinaciones de éstas), que presenten la mejor correlación con la producción de fibra por planta, para cuatro localidades.
- Elaborar tablas de producción, con la finalidad de estimar la producción de fibra por planta con base en mediciones de la misma.
- Analizar las relaciones edáficas y climáticas entre condiciones de sitio y producción.

2.3.- HIPÓTESIS.

1) Existe una alta correlación entre algunos parámetros fácilmente medibles en la planta y la cantidad de fibra que contiene.

2) Existe una relación directa entre disponibilidad de agua y nutrientes en el suelo y producción de fibra en poblaciones silvestres de lechuguilla.

3.- DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE.

En los siguientes párrafos se presenta una descripción general de la lechuguilla, tomada básicamente de Berlanga *et al.* (1992).

La lechuguilla es una planta en forma de un pequeño maguey, las hojas alcanzan una longitud de 20 a 50 cm, raíces largas, fibrosas, delgadas y extendidas; las hojas nacen del tronco o cuello de la raíz, formando un amole, a partir del cual se desarrollan las hojas en forma verticilada dando el aspecto de roseta, adoptando forma lanceolada generalmente encorvadas hacia el centro de la planta, anchas en su base, terminan en una espina color café a negro de 30 a 40 mm, los bordes de las hojas están protegidos por una serie de espinas ganchudas de color gris o café vueltas hacia la base de la hoja a intervalos de 20 a 40 mm y longitud de 3 a 7 mm, el ancho de la hoja es de 4 a 6 cm.

El centro de la planta lo forman las hojas de más tierna edad donde se recubren unas a otras, las más viejas a las más tiernas, hasta formar un cono apretado llamado comúnmente "cogollo". Esta es la parte que preferentemente se aprovecha en las áreas productoras para la obtención de fibra.

Cuando la planta ha alcanzado su madurez, dentro del cogollo se desarrolla el escapo floral, el que también es llamado "quiote", o "garrocha" que llega a alcanzar una altura de 3 m. Esta especie florece solamente una vez y posteriormente muere, las flores se producen de dos en dos protegidas por brácteas fuertes, de color verde amarillo o rojizo, perianto de seis piezas, seis estambres y ovario interno trilocular.

El fruto es una cápsula trilocular de color café a negra de 1.5 a 2.5 cm de longitud y de 1 a 1.5 cm de ancho, en su interior contiene numerosas semillas planas y brillantes. Su reproducción es de manera asexual por medio de hijuelos que brotan al pie de la planta unidos a ella por un tallo vegetativo. Aunque sus semillas son viables, la propagación por semilla sólo se logra de manera controlada bajo cuidados de vivero.

3.1.- Taxonomía.

Reino	Metaphyta
Phylum	Spermatophyta
Subphylum	Angiospermae
Clase	Monocotiledoneae
Orden	Agavales
Familia	Agavaceae
Genero	<u>Agave</u>
Especie	<u>A. lecheguilla</u>



3.2.- Clasificación.

El nombre técnico de la lechuguilla es *Agave lecheguilla* de acuerdo con Torrey (1869), y pertenece a la familia Agavaceae. En la actualidad existen algunas dudas acerca de la taxonomía de la especie, la cual ha sido poco estudiada. Según Marroquín *et al.* (1981), se le conoce con otras denominaciones, entre ellas *Agave poselgeri* (Salam Dyke 1858), *Agave lophanta* var. *pallida* Berger (1915). Otros autores la conocen como *Agave univittata*, *Agave lophanta* y *Agave funkiana* en la zona de Jaumave y Tula Tamaulipas.

Fuentes (1958), citado por Maiti (1995) señala que la diversidad de sinónimos existentes se debe principalmente a las características de la fibra, esto es, resistencia, higroscopisidad y otras a nivel microscópico.

3.3.- Distribución de la Especie.

La lechuguilla forma parte principal del tipo de vegetación denominado Matorral Crasirosulifolio Espinoso o Matorral Desértico Rosetófilo, asociado principalmente con guapilla (*Hechtia texensis*), espadín (*Agave striata*), sotol (*Dasylinion spp.*) y palmas (*Yucca spp.*); llega a formar parte también en poblaciones naturales de menor densidad en el Matorral Desértico Micrófilo, asociado principalmente con gobernadora (*Larrea tridentata*) y hojases (*Flourensia cernua*).

Esta especie se extiende desde los 99°03' W al suroeste de Cd. Victoria, Tamaulipas; a los 106°45' W suroeste de Cd. Juárez, Chihuahua y del paralelo 21°59' N suroeste de Cárdenas, San Luis Potosí; a los 31°40' N, Cd. Juárez, Chihuahua, comprendiendo estas coordenadas los estados de Coahuila, Chihuahua, Nuevo León, Durango, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas, aunque también se le encuentra en parte de los estados de Hidalgo, Oaxaca y México (Marroquín, 1964).

3.4.- Hábitat de la Especie.

La lechuguilla es una especie característica de áreas desérticas y semidesérticas de clima BWh, correspondiente al más árido, templado, con verano cálido, precipitaciones que varían de 150 a 400 mm anuales, pudiendo resistir sequías por varios años y aun inundaciones; se desarrolla en rangos de temperatura que van desde los 30°C a -3°C y extremas de -8 a 44°C.

Se adapta mejor a los suelos coluviales someros de sierras y lomeríos pedregosos de origen calizo, ligeramente alcalinos, con pH de 7.2 a 8.5, en ocasiones se desarrolla en suelos planos siempre y cuando reúnan las condiciones anteriores y tengan buen drenaje. No está limitada a una exposición en especial, mas sin embargo en la exposición Norte se han registrado los mejores rendimientos de producción de fibra por cogollo (Berlanga *et al.*, 1992).

3.5.- Importancia Económica de la Especie.

La obtención de fibras vegetales, en las zonas áridas de México, proviene de tres especies principalmente: lechuguilla (*Agave lecheguilla*), palma samandoca (*Yuca carnerosana*) y cortadillo (*Nolina spp.*); siendo la primera de éstas la que ocupa mayores extensiones y la que se ha comercializado más ampliamente, incluso en mercados internacionales, a través de las empresas "Fibras Saltillo" y "Santa Catarina".

Es la lechuguilla, planta nativa del Desierto Chihuahuense, una de las especies que por generaciones ha sido fuente de ingresos económicos para aproximadamente 20,000 familias campesinas, en donde la actividad de colecta de lechuguilla es la única actividad que se puede desarrollar debido a lo errático de las lluvias (Reyes, 2000).

La Forestal F.C.L., organismo que durante muchos años estuvo encargado de la compra y venta de la fibra de lechuguilla, reporta que en la década de los 80-89 la producción de fibra fue de 52,750 toneladas, de las que Coahuila produjo el 32.8%, seguido en orden de importancia por los estados de San Luis Potosí, Nuevo León, Zacatecas y Tamaulipas (Berlanga *et al.*, 1992).

Actualmente, las perspectivas de comercialización de la fibra de lechuguilla son bastante prometedoras ya que existe un mercado nacional e internacional ya establecido con tendencias hacia una mayor demanda de fibras naturales (Berlanga, 1998). Asimismo, la Secretaría de Economía ha creado un programa llamado "Productos del Desierto Mexicano" cuyo objetivo es asesorar a los habitantes de las zonas áridas y semiáridas de México en la producción, comercialización y, en algunos casos, transformación de los productos vegetales y animales de estas áreas.

En el caso de la lechuguilla, concretamente, ha buscado el apoyo de diversos organismos, entre otros del Banco Mexicano de Comercio Exterior (BANCOMEXT) para la realización de estudios de apertura de nuevos mercados para la venta del ixtle.

Este organismo informó, en la reunión celebrada en enero del 2003, que Canadá tiene un fuerte interés en adquirir fibra de lechuguilla de nuestro país y que está analizando la posible comercialización de la fibra con Brasil y con diversos países de Asia y de Europa (comunicación personalizada del Grupo Regional de Ixtle, 2003).

3.6.- Obtención de la fibra o ixtle.

Existen dos métodos para la extracción de la fibra de la lechuguilla en campo, uno de tipo manual y otro mecánico. Con el primero se obtiene menos cantidad de fibra por hora de trabajo, pero de mejor calidad, lo que le permite al tallador o ixtlero vender el producto a mejor precio.

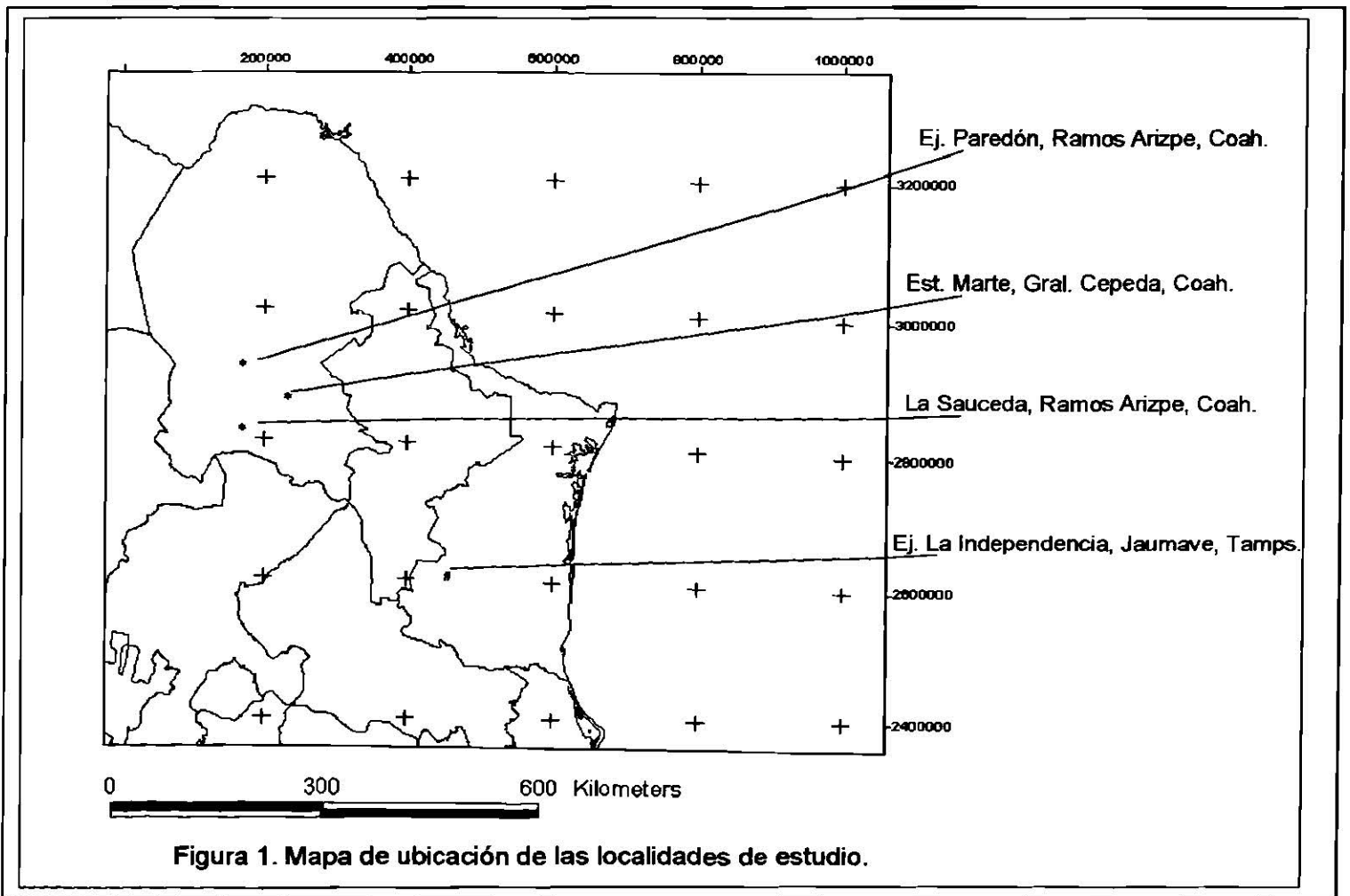
El método manual consiste en seleccionar las hojas mayores del cogollo, desechando la parte central del mismo, donde se concentran las hojas más pequeñas. Las hojas seleccionadas se tallan con un cuchillo largo, sin filo, haciendo presión con éste contra las hojas de la planta que se colocan sobre un trozo de madera o banco. El tallador jala, repetidamente, las hojas hacia él, que se encuentra hincado o sentado en el suelo, hasta eliminar toda la pulpa o guishe de la hoja; después la fibra se coloca al sol para su secado.

Para el tallado mecánico se utiliza un cilindro con peines de acero, accionado por un motor eléctrico, en el cual se raspan los cogollos enteros. Con este método se pierde una considerable cantidad de fibra, pero aún así, se obtiene una mayor cantidad por hora de tallado que con el método manual. La fibra obtenida por este método es de menor calidad debido a lo variable del tamaño de las hojas talladas. Tallando a máquina se pueden obtener hasta 25 kg de fibra en un día, mientras que con el tallado manual difícilmente se exceden los 6 kg en un día (Berlangua *et al.*, 1992).

4.- ÁREA DE ESTUDIO.

4.1.- Ubicación.

Las áreas de estudio están ubicadas en los estados de Coahuila y Tamaulipas, en el noreste de México. En dichos estados, se seleccionaron cuatro localidades para el muestreo: 1) ejido La Independencia en el municipio de Jaumave, en Tamaulipas; 2) ejido Estación Marte, municipio de General Cepeda, en Coahuila; 3) Campo Experimental La Saucedá y 4) ejido Estación Paredón; estos dos últimos en el municipio de Ramos Arizpe, en Coahuila (Figura 1).



El área de estudio, en su conjunto, forma parte de la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, mientras que cada localidad corresponde a una subprovincia diferente, dentro de la citada Provincia Fisiográfica. Enseguida se presenta una breve descripción, tomada de la Síntesis Geográfica (INEGI, 1986), de estas subprovincias.

Subprovincia de la Laguna de Mayrán.

La porción coahuilense de esta Subprovincia está constituida básicamente por llanuras, aunque se encuentran también algunos lomeríos. Estos sistemas de topofomas abarcan 7,804.31 km² del área estatal y comprenden partes de los municipios de Francisco I. Madero, General Cepeda, Parras, San Pedro y Viesca. En ella se encuentra ubicada la localidad Estación Marte.

Subprovincia de la Sierra de la Paila.

El Campo Experimental La Saucedá corresponde a esta Subprovincia, la cual consta de un conjunto de sierras y bolsones amplios, de drenaje interno, con bajadas y abarca dentro del estado de Coahuila 19,229.68 km², que representan el 12.68% de la superficie total estatal. En el oriente se tiene la sierra de la Paila propiamente, de estructura cómica y flancos suaves, excepto en el noroeste, donde es afectado por un fallamiento.

Subprovincia de los Pliegues de Saltillo-Parras.

Los 9,195.35 km² de la mitad sur de esta Subprovincia se encuentran incluidos dentro del territorio del estado de Coahuila, incluye partes de los municipios de Parras, General Cepeda, Saltillo, Arteaga, Ramos Arizpe, Castaños, Candela y Monclova. Aquí se ubica la localidad Estación Paredón.

Subprovincia de la Gran Sierra Plegada.

Esta subprovincia tiene sistemas de topoformas que se designan como sierra pliegue y sierra compleja, pero también se encuentran bajadas, lomeríos, mesetas, llanuras y valles. En esta subprovincia existe gran diversidad de vegetación que depende, en gran medida, de las variaciones climáticas que imperan en esta sierra. A ella corresponde la localidad de Jaumave.

4.2.- Climas.

Los climas imperantes dentro del área de muestreo son: BWh(w) para las localidades del estado de Coahuila y BS₁h(w) para la localidad comprendida en el estado de Tamaulipas.

BWh(w)

Clima muy seco o desértico, semicálido con invierno fresco, temperatura media anual de entre 18 y 22°C. Régimen de lluvias de verano: por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el mes más seco, un porcentaje de precipitación invernal entre 5 y 10.2 de la total anual. Este tipo de clima es característico de las localidades estudiadas en el estado de Coahuila, en donde la precipitación promedio anual reportada es inferior a los 200 milímetros (Figura 2).

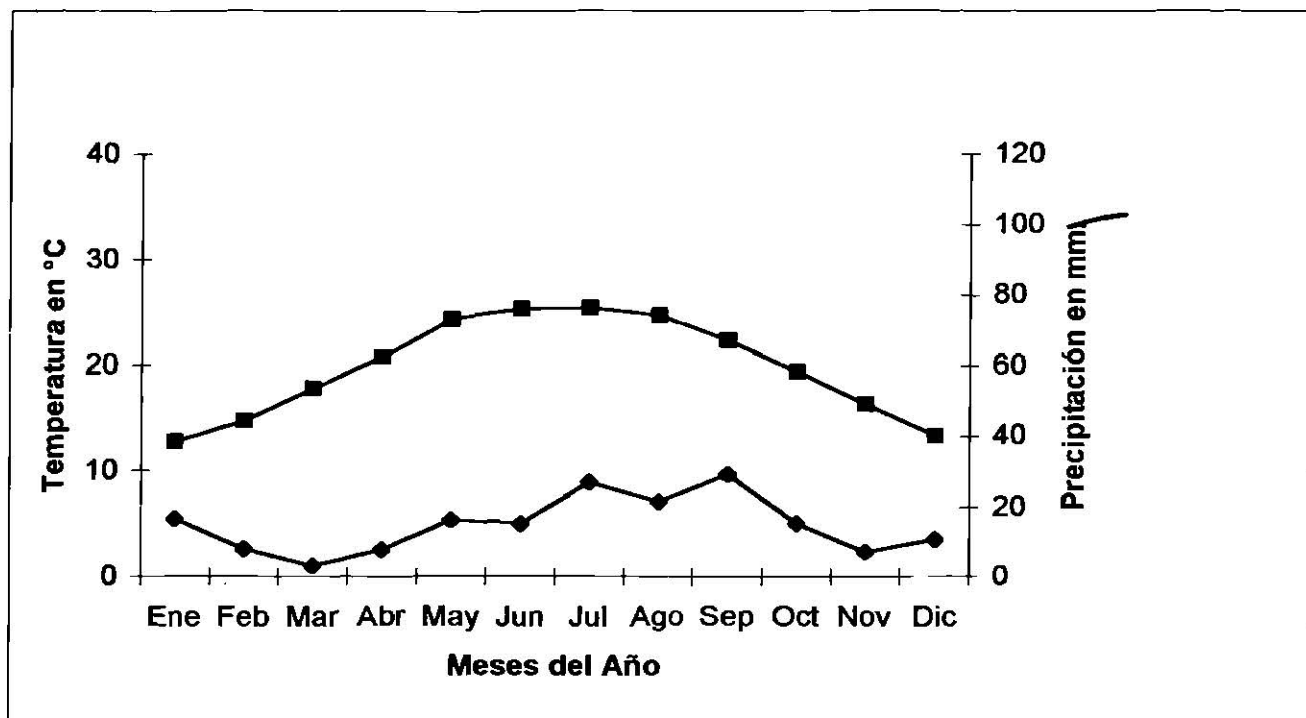


Figura 2. Diagrama ombrotérmico para las localidades de estudio ubicadas en el estado de Coahuila. Estación meteorológica del Campo Experimental "La Sauceda". Fuente: INIFAP, Campo Experimental Saltillo.

BS₁h(w)

Clima seco; el menos seco de los BS, semicálido con invierno fresco, con temperatura media anual entre los 18 y 22°C. Régimen de lluvias de verano: por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el mes más seco, un porcentaje de precipitación invernal entre 5 y 10.2 de la total anual; Llegando la precipitación promedio anual a 550 milímetros en la localidad de Jaumave, donde predomina este tipo de clima (Figura 3).

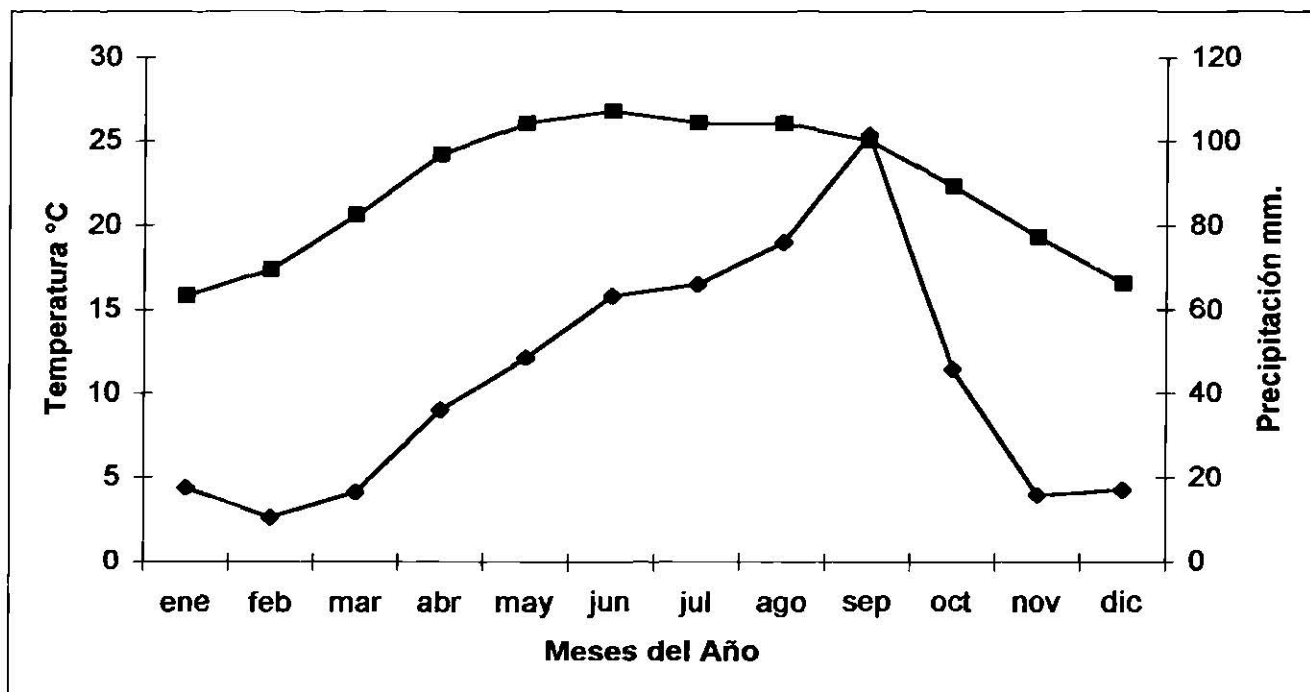


Figura 3. Diagrama ombrotermico para la localidad de Jaumave, Tamps. Estación meteorológica San Vicente, Tamaulipas. Fuente: CNA.

4.3.- Geología.

La mayor parte de los terrenos del estado de Tamaulipas están constituidos por rocas sedimentarias, cuyas edades cubren un rango geocronológico del Paleozoico al Cuaternario; son de origen marino o continental con predominancia de las primeras. También se encuentran rocas ígneas Cenozoicas, rocas metamórficas, Precámbricas y Paleozoicas, así como depósitos no consolidados del Cuaternario.

El aspecto más importante de la entidad en cuanto a geología económica es la explotación de los hidrocarburos, área en la que se encuentran vastos yacimientos.

En la entidad hay yacimientos de plata, cobre, plomo, uranio, titanio, asbesto, sal, azufre y arena silíceas; también cuenta con grandes volúmenes de roca caliza para la elaboración de cal y cemento.

De manera similar, el territorio coahuilense está constituido en su mayor parte por rocas de origen sedimentario, tanto marino como continental, cuyas edades van desde el Paleozoico hasta el Cuaternario.

Las más típicas son las calizas del Mesozoico, las cuales han sido afectadas por intensos plegamientos, así como fallamientos e intrusiones relacionadas a ellos. En diversas zonas del estado se encuentran rocas ígneas cuyas edades varían desde el Triásico hasta el Cuaternario. En muchos lugares afloran conglomerados continentales terciarios que constituyen lomeríos y las extensas bajadas de la sierra (INEGI, 1986).

4.3.- Suelos.

De acuerdo con la cartografía de CONABIO (www.conabio.gob.mx), las localidades de estudio quedan ubicadas en 3 tipos de suelo: Yermosol para Estación Marte y Paredón; Xerosol para la Saucedas y Litosol para la localidad de Jaumave. A continuación se presenta una breve descripción de cada uno de ellos.

Yermosol: Presenta fases químicas salinas, tiene una capa superficial de color claro muy pobre en materia orgánica; su utilización agrícola está restringida a las zonas de riego con muy altos rendimientos en cultivos de algodón. Su susceptibilidad a la erosión es baja (www.siu.gob.mx).

Xerosol: se caracteriza por tener un horizonte "A" pálido, bien desarrollado, con una capa superficial de color claro, muy pobre en humus. Debajo de ésta puede haber un subsuelo rico en arcillas (Reyes *et al.*, 2000).

Litosol: De la palabra griega lithos = piedra; connotativa de suelos con roca continua dura coherente dentro de los 10 cm de profundidad de la superficie. Se presenta principalmente en zonas montañosas pero puede ocurrir en otras áreas como en superficies planas de roca dejadas desnudas por el hielo (FitzPatrick, 1984).

4.4.- Uso de suelo y vegetación.

La forma de tenencia de la tierra en la mayoría de las localidades concernientes a nuestra área de estudio es ejidal, con excepción de la localidad denominada la Saucedá, la cual es un área experimental del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en el estado de Coahuila. En las áreas ejidales se practica la agricultura de subsistencia (maíz, frijol), el pastoreo (ganado caprino, ovino y vacuno) y la extracción de productos forestales no maderables (fibras, candelilla, oreganillo).

Dentro de las localidades muestreadas se registraron 3 tipos de vegetación, que fueron: Matorral Desértico Rosetófilo, Matorral Desértico Micrófilo y Matorral Submontano, así como sus asociaciones en algunas zonas de transición.

En la localidad Estación Marte, sitio casi totalmente plano, predomina el Matorral Desértico Rosetófilo, aunque con presencia de Matorral Micrófilo en pequeños manchones de vegetación. Las especies dominantes reportadas para el área son: “gobernadora” (*Larrea tridentata* D.C (Cov) y sus asociaciones, “ocotillo” *Fouquieria splendens* Engelm. y “nopal cegador” *Opuntia microdasys* Pfeifer, “lechuguilla” *Agave lechuguilla* Torr., “tasajillo” *Opuntia leptocaulis* DC., así como otras especies de , *Opuntia*; “candelilla” *Euphorbia antisiphilitica*, “guapilla” *Hechtia texensis* Zucc. donde la especie representativa es la lechuguilla, seguida del ocotillo y pequeños manchones de gobernadora.

En la localidad de Paredón, Ramos Arizpe, Coahuila, se encuentran comunidades vegetales de: Matorral Desértico Micrófilo y Matorral Desértico Rosetófilo, así como sus asociaciones, teniendo una predominancia del Matorral Rosetófilo, ubicado en pendientes y suelos con alta pedregosidad. Las especies vegetales más comunes de esta localidad son las mismas que las anteriormente mencionadas, solo que en diferentes dimensiones y abundancia de individuos.

Aquí la abundancia de las especies de lechuguilla *Agave lechuguilla* Torr, candelilla *Euphorbia antisiphilitica* Zucc y guapilla *Hechtia texensis* Zucc. son muy altas, siendo mayor la diversidad y abundancia de las otras especies en las planicies de la localidad.

El campo experimental “ La Saucedá” presenta los dos tipos de vegetación desértica mencionadas, con predominancia de: “gobernadora” *Larrea tridentata* D.C (Cov), “lechuguilla” *Agave lechuguilla* Torr., “hojasén” *Flourensia cernua* DC., “candelilla” *Euphorbia antisiphilitica* Zucc, “nopal rastrero” *Opuntia rastrera* Web, “ocotillo” *Fouquieria splendens* Engelm, “pitaya de agosto” *Echinocereus conglomeratus* Forst, “nopal cegador” *Opuntia microdasys* Pfeifer, “tasajillo” *Opuntia leptocaulis* DC., “guapilla” *Hechtia texensis* Zucc. F.M Knuth, “palma samandoca” *Yucca camerosana* (Trel) Mckelvey, “hembra del guayule” *Parthenium incanum* H.B.K y “bisnaga roja” *Ferocactus pringlei* (Coul.).

Para la localidad de Jaumave, tenemos un tipo de vegetación predominantemente de Matorral Submontano, con asociaciones de Matorral Desértico Rosetófilo, donde las especies más comunes son: “lechuguilla” *Agave lecheguilla* Torr., “nopal rastrero” *Opuntia rastrera* Web, “guajillo” *Acacia berlandieri* Benth, “palma china” *Yucca filifera* Chab, “candelilla” *Euphorbia antisyphilitica* (Zucc.), “gobernadora” *Larrea tridentata* DC. (Cov). Además de otras especies anuales utilizadas para comercio temporal, como el “oreganillo” *Lippia berlandieri* Schauer y la “hierba del venado” *Turnera difussa* Willd.

5.- ANTECEDENTES.

Existen opiniones contradictorias sobre el comportamiento de las poblaciones de lechuguilla cuando éstas se encuentran bajo alguna forma de aprovechamiento. Así, mientras que Maldonado (1979) afirma que las poblaciones naturales de lechuguilla van en detrimento, debido a la utilización que se hace de ésta para la obtención de fibras, Cruz y Medina (1988) mencionan que la explotación de fibras de lechuguilla se lleva a cabo con fines domésticos desde tiempos de la Colonia y este aprovechamiento se sigue realizando, sin que hasta la fecha se haya agotado tal recurso.

Coincidiendo con estos últimos, Sheldon (1980) cita que la extracción del cogollo, para la obtención de la fibra revitaliza la planta y asegura la perpetuidad de las poblaciones. De igual forma, Campa y Barragán (1974) mencionan que la vida de la lechuguilla es más larga entre más se explote, por lo tanto su extinción se encuentra muy lejana.

Según Marroquín *et al.* (1981) la calidad de la fibra está en función directa de su longitud, sin embargo intervienen algunos factores como el grosor, el color y la forma de tallado del cogollo. La región de Jaumave y Tula Tamps., además de la región sur y norte de Coahuila, presentan ecotipos con una muy buena calidad de fibra.

Uno de los grandes retos en materia del aprovechamiento del ixtle de lechuguilla ha sido conocer las existencias del recurso y estimar la capacidad de regeneración de éste. Por ejemplo, Zapién (1981), utilizando métodos directos de estimación, reportó, para cuatro localidades del estado de Coahuila, un promedio de 18,100 plantas promedio por hectárea, con una producción de ixtle de 4.79 g promedio por planta, fluctuando ésta desde 1.98 hasta 10.52 g por planta.

Sin embargo, aún cuando esos datos pudieran ser relevantes para las localidades de estudio en lo particular, no aportó información sobre un método de evaluación que pudiera aplicarse en otras áreas.

Diversos autores (Zárate, 1991; Pando – Moreno *et al.*, 2004) han realizado estudios orientados hacia la generación de modelos matemáticos que permitan estimar la biomasa del cogollo de la lechuguilla, a partir de variables fácilmente medibles de la planta. Las variables utilizadas han sido tanto medidas directas, como áreas y volúmenes generados de éstas, analizando cada una de las relaciones con modelos de regresión simple, lineal, potencial, exponencial y logarítmica. Zárate (1991) reporta que el mejor resultado se obtuvo con el modelo potencial con un coeficiente de correlación de 0.761, utilizando como variable independiente el volumen del cogollo. Mientras que Pando – Moreno *et al.* (2004) obtuvieron un factor de correlación de 0.909, con un modelo de regresión simple con la misma variable independiente.

Blando y Baca (1991), en su estudio de potencial productivo elaborado en el municipio de San Juan de Guadalupe, Durango, indican que utilizando las dimensiones de la planta para generar un modelo matemático, se tiene una aproximación aceptable de la producción que puede obtenerse de fibra seca por planta, en una superficie y topografía determinadas.

Dichos autores reportan que las variables mejor ajustadas a una regresión lineal fueron cobertura y número de hojas aprovechables $r^2 = 0.7609$, utilizada para el muestreo de las 4 topografías, teniendo como resultado que la mayor cantidad de fibra se encontró en la topografía denominada bajada, seguida de loma con 70.50 y 67.43 kg/ha.

Villareal y Maiti (1991), señalan que el grado de correlación de las variables anatómicas difiere notablemente en cuatro localidades, por lo que demuestran que las condiciones ecológicas que prevalecen en ellas tienen efectos sobre la expresión de las características morfológicas mencionadas y el rendimiento de la fibra. Se estableció un modelo lineal con el 41.8% de confiabilidad en relación a las hojas del cogollo y concluyen que la variación en las características anatómicas puede correlacionarse con la cantidad de fibra.

Villareal (1988) en su estudio biométrico de *Agave lecheguilla*, Torr., realizado en Mina Nuevo León, seleccionó 9 puntos de muestreo, en donde se tomaron 2 plantas representativas de cada uno de los puntos, y se analizaron los aspectos morfológicos, anatómicos y de producción de fibra, para estudiar la variabilidad del rendimiento (peso seco de la fibra) por tipo de hoja y localidad. El ANOVA de dichas variables morfológicas mostró diferencias significativas entre localidades, encontrando además, que las variables largo de hoja, ancho basal y número de filamentos tienen una mayor contribución en el rendimiento.

Las plantas de lechuguilla crecen con mayor vigor en áreas pedregosas, con bajo contenido de materia orgánica y pH alcalino (Patoni, 1917, citado por Sheldon, 1980; Marroquín, 1981; Villarreal, 1988). Estas plantas, de metabolismo CAM, requieren además, de gran cantidad de luz para una alta productividad (Nobel, 1976), por lo que la exposición de las laderas puede ser otro factor determinante en su productividad.

6.- METODOLOGÍA.

Con la finalidad de determinar las variables físicas de la planta (altura de cogollo, altura de planta, diámetro de cogollo o número de hojas) que presentaran la mejor correlación con la producción de fibra por planta, se procedió a medir estas variables y cosechar los cogollos para extraer y cuantificar la fibra o ixtle. Esto se realizó para cada una de las localidades.

En cada localidad de estudio se platicó con los pobladores que se dedican al tallado de la lechuguilla, para ubicar con precisión las áreas productoras.

Se midieron 25 plantas por localidad, tomando todo el rango de alturas presente en cada una de ellas, obteniendo así una muestra heterogénea de cada una de estas poblaciones. Las plantas medidas fueron todas mayores a 25 centímetros de altura, que es la dimensión mínima que establece la Norma oficial 008, para el aprovechamiento de la fibra de lechuguilla (SEMARNAT, 2000) y es la altura en que los ixtleros de las localidades inician el aprovechamiento del cogollo. Después de medirse las plantas (Fotos 1 y 2), se cosecharon los cogollos (Foto 3) y se obtuvo la fibra mediante el tallado de los mismos (Foto 4). Este procedimiento fue realizado por los propios ixtleros del lugar para que la producción obtenida por planta fuera representativa de la que ellos obtienen.

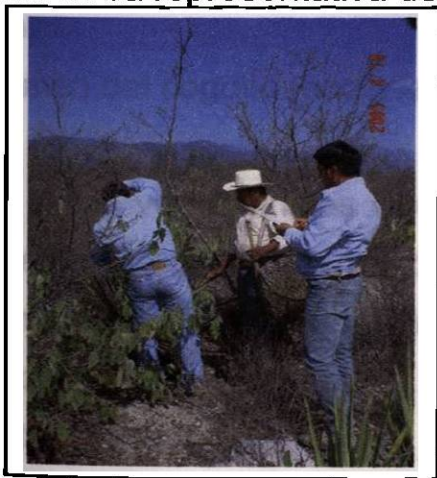


Foto 1. Medición de altura de plantas

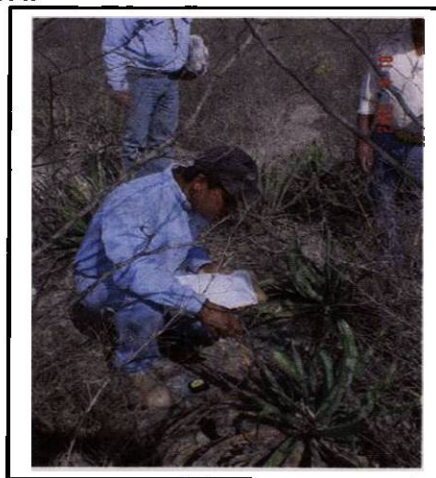


Foto 2. Medición de número de hojas

Con los datos de las dimensiones de las plantas y la producción de fibra por planta se realizaron análisis de correlación para determinar qué parámetros de la planta presentan la mejor correlación con la producción de fibra. Las correlaciones analizadas fueron:



Foto 3. Extracción de cogollos para tallado



Foto 4. Extracción de la fibra.

Altura de planta VS peso de fibra seca.

Altura del cogollo VS peso de la fibra seca.

Diámetro de planta VS peso de fibra seca.

Multiplicación de altura del cogollo por diámetro de cogollo VS peso de la fibra seca.

Número de hojas VS peso de la fibra seca.

Multiplicación de altura de la planta por diámetro del cogollo VS peso de la fibra seca.

Volumen del cogollo (considerando éste como un cono) VS peso de la fibra seca.

Una vez definidos los parámetros que deberían registrarse en campo por presentar la mejor correlación con la fibra seca, se procedió a hacer un muestreo para determinar el tamaño de muestra que diera resultados estadísticamente confiables. Para el muestreo se midieron entre 25 a 30 plantas en cada localidad.

El tamaño de muestra se determinó utilizando la ecuación de Bonham:

$$= \frac{t^2 * s^2}{(k * \bar{X})^2}$$

Donde:

t = dato de la distribución de t-student.

S^2 = varianza de los datos

k = margen de error aceptable (.1 y .2)

\bar{X} = promedio aritmético.

Para conocer la producción de fibra de cada localidad fue necesario estimar, además, el número de plantas por unidad de área o densidad de la población. Para ello, se realizaron transectos de 30 m de largo por 2 m de ancho (Foto 5) donde se registraron todas las plantas de lechuguilla adultas (mayores de 25 cm de altura) presentes. El número de transectos a realizarse en cada localidad se determinó mediante un premuestreo y la aplicación de la misma ecuación de Bonham. Para el premuestreo se realizaron entre 5 transectos en cada localidad.

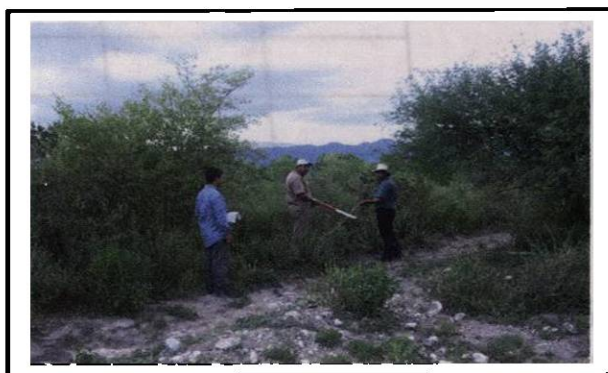


Foto 5. Transecto de 30 * 2 m.

El método utilizado para la selección de plantas durante el pre-muestreo fue de manera dirigida por los ixtleros de cada una de las localidades, ya que se tomaron las comunidades más típicas aprovechadas por ellos.

Una vez que se determinó el número de muestras necesario, para dar confiabilidad estadística a los resultados, tanto de plantas como de transectos, se procedió a tomar esas muestras en campo. Para decidir la ubicación de los sitios a muestrear se aplicó el método de muestreo completamente al azar.

Para ello se colocó una malla de puntos sobre el croquis de cada localidad, numerando las intersecciones de la cuadrícula (Figura 4) y se eligieron al azar los números de los sitios de muestreo. Con los datos del muestreo definitivo se calculó la producción de fibra por planta, la densidad de plantas por hectárea y, finalmente, la producción de fibra por hectárea en cada localidad.

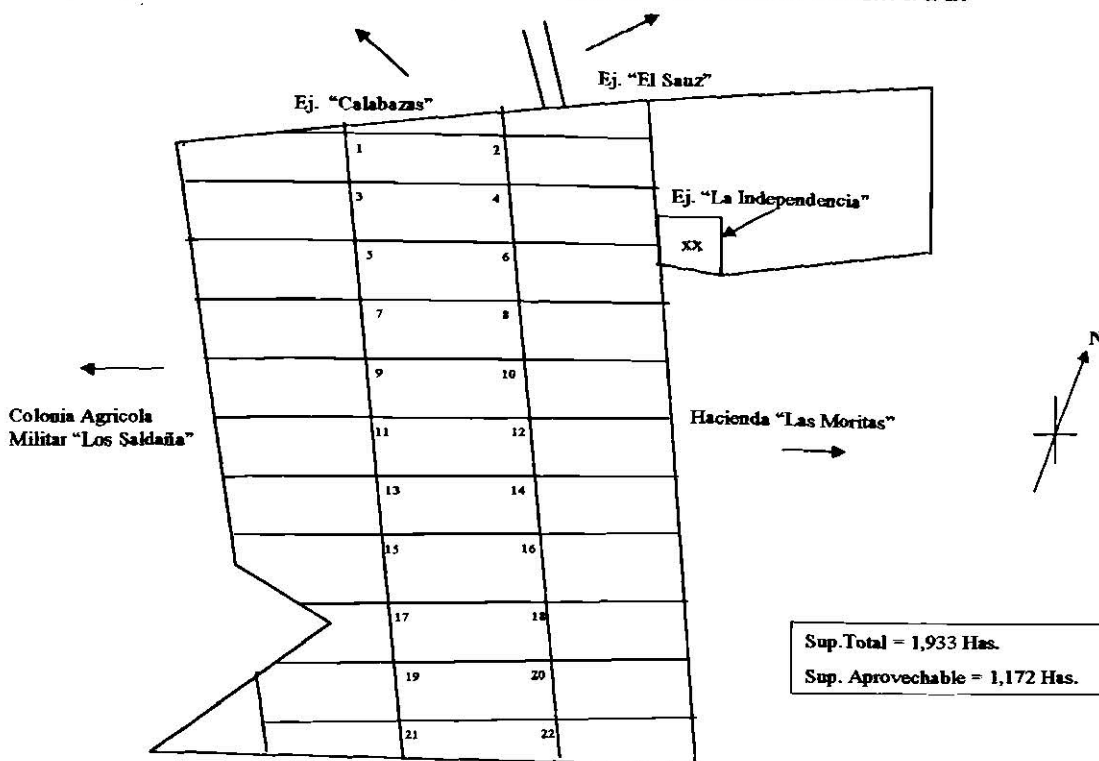


Figura 4. Malla de puntos utilizada para la localidad de Jaumave, Tamps.

Las cifras de producción de fibra por planta, así como la densidad de plantas por hectárea fueron comparadas estadísticamente, mediante pruebas de t ($\alpha = 0.05$), para determinar si la producción difiere significativamente entre localidades.

También se tomaron muestras de suelo (Foto 6) con la finalidad de determinar: textura del suelo, densidad aparente, contenido de materia orgánica, profundidad del suelo, porosidad, pedregosidad y macro nutrientes, así como una estimación de la capacidad de retención de agua del suelo. Para cada localidad se colectaron 5 muestras de suelo. El número de muestras se determinó con base en reportes de diversos autores como Pando (2002) y Wood (1987). El primero de éstos, tras analizar 35 sitios con diferentes usos de suelo, determinó que, en todos ellos, el número de muestras requerido fue inferior a seis, para las variables de densidad aparente y materia orgánica. De manera similar, Wood (1987), en su trabajo de infiltración en terrenos de agostadero del estado de Nuevo México, concluye que para muchos niveles de probabilidad e intervalos de confianza, una muestra por tratamiento fue adecuada.



Foto 6. Toma de muestras de suelo.

Los análisis de suelo se realizaron en los laboratorios del PIAEC (Patronato para la Investigación Agrícola del Estado de Coahuila), y en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL; mientras que la capacidad de retención de agua del suelo se calculó mediante la siguiente fórmula: $dCC [L/m^2] = dCC [Vol \%) * (100 - (pedras [Vol \%])/100) * espesor [dm]$, según (Siebe *et al.*, 1996).

Donde:

dCC = Capacidad de agua disponible.

Piedras = volumen ocupado/100.

Espesor = profundidad del suelo en dm

Se analizó la relación existente entre los datos edafológicos registrados, los datos de clima (presentados en el Capítulo de Descripción del Área de Estudio) y la producción de fibra por planta y por hectárea. Estos datos se presentan y discuten en los siguientes capítulos.

7.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los resultados del análisis estadístico realizado para determinar qué parámetros de la planta presentan la mejor correlación con la producción de fibra se presentan en el Cuadro 1. En éste se puede observar que el valor de correlación más alto corresponde a la multiplicación de altura del cogollo por diámetro del mismo (variable 4), contra el peso de la fibra seca, para tres de las cuatro localidades (Sauceda $r^2= 0.76$, Paredón $r^2= 0.87$ y Estación Marte $r^2= 0.82$). En la localidad de Jaumave, el valor más alto ($r^2 = 0.83$) correspondió a la multiplicación de la altura de la planta por el diámetro del cogollo (variable 6) contra el peso de la fibra seca; sin embargo, este valor fue tan sólo, una centésima mayor al valor obtenido con la variable 4 ($r^2 = 0.82$). Por lo tanto, y con la finalidad de uniformar la colecta de datos en campo, se decidió tomar los parámetros considerados en la variable 4 para el muestreo final en todas las localidades de estudio y aplicar la fórmula derivada de la correlación ($y = 0.14067(x)+(-4.0873)$), donde x = multiplicación de altura de cogollo por diámetro del mismo ambos en cm), para la estimación de la producción de fibra.

El análisis de correlación se realizó también para todos los datos en su conjunto, independientemente de la localidad de origen, y nuevamente la variable que mejor se ajustó en la correlación con el peso seco de la fibra fue la multiplicación de altura del cogollo por diámetro del mismo, en este caso con un valor de $r^2 = 0.81679$; lo que nos permite suponer que esas serán las variables más adecuadas a medir cuando se desee hacer estimaciones de producción de fibra por planta para la mayoría de las poblaciones de lechuguilla de la región.

Los valores de correlación aquí encontrados fueron superiores a los reportados en la literatura para estudios similares realizados con la misma especie. Por ejemplo, Blando-Navarrete y Baca (2001) reportan un valor de correlación de 0.7609 entre el peso de la fibra seca de lechuguilla y las variables área de cobertura de la planta y número de hojas aprovechables. Esta correlación

presenta la desventaja adicional de que es necesario arrancar primero el cogollo para conocer el número de hojas aprovechables, ya que el tallado de las hojas del cogollo se considera el método de extracción del ixtle más adecuado para la conservación del recurso (Cruz y Medina, 1988).

Otros estudios, enfocados hacia la estimación de la biomasa del cogollo (Pando-Moreno *et al.*, 2004 y Zárate, 1991), reportan valores de correlación semejantes, tras analizar las variables que mejor se ajustan a la producción de biomasa del cogollo en poblaciones silvestres de esta misma especie.

A partir de la fórmula derivada de la correlación se desarrollaron tablas de producción de fibra seca (**Anexo 1**) que permitirán una estimación rápida, fácil y de alta confiabilidad sobre la producción de ixtle en poblaciones naturales de lechuguilla, con lo cual se cumple el primer objetivo planteado en esta investigación.

Cuadro 1. Valores de correlación obtenidos para cada combinación de variables, por localidad muestreada.

Variable	Jaumave	Sauceda	Paredón	Est. Marte
1	0.837258128	0.653886236	0.70554074	0.709270924
2	0.825110933	0.591748189	0.727907202	0.658538155
3	0.765323222	0.491658641	0.871431485	0.678853905
4	0.818998533	0.762087375	0.868514287	0.817582956
5	0.443901055	0.218187012	0.504920181	0.361363326
6	0.826260826	0.754468667	0.866057747	0.801526959
7	0.776781859	0.63998621	0.85859938	0.817582956

1.- Altura de la planta contra peso de la fibra. 2.- Altura del cogollo contra peso de la fibra. 3.- Diámetro del cogollo contra peso de la fibra. 4.- Multiplicación de altura del cogollo por diámetro contra peso de la fibra. 5.- Número de hojas contra peso de la fibra. 6.- Multiplicación de altura de planta por diámetro del cogollo contra peso de la fibra. 7.- Volumen del cogollo contra peso de fibra.

En cada localidad, se determinó el tamaño de muestra requerido para estimar 1) producción de fibra por planta y 2) densidad de plantas por unidad de área, expresada esta última en número de transectos de 30 m de longitud por 2 m de ancho (Cuadros 2 y 3). Para la determinación se utilizó la ecuación de Bonham.

Cuadro 2. Número de plantas requerido para el muestreo de acuerdo a la ecuación de Bonham (probabilidad 90%, $k = .2$).

Localidad	Tamaño de muestra en pre-muestreo	Tamaño de muestra según la ecuación de Bonham	Tamaño de muestra obtenido
Jaumave	28	204	201
Estación Marte	20	139	157
Paredón	26	96	168
Sauceda	25	70	150

Como puede observarse en el Cuadro 2, para la localidad de Jaumave se midieron 201 plantas, aún cuando la cantidad resultante de la ecuación sugería 3 plantas más, esto debido a un error al momento de contabilizar las plantas. Considerando que el probable error existente por esta omisión no afectaría los resultados de esta investigación, se decidió hacer las estimaciones con ese número de plantas.

Cuadro 3. Número de líneas requeridas para el muestreo, de acuerdo a la ecuación de Bonham (probabilidad 90%, $k = .2$).

Localidad	Tamaño de muestra en pre muestreo	Tamaño de muestra según la ecuación de Bonham	Tamaño de muestra obtenido
Jaumave	5	16.80	20
Est. Marte	5	2.19	5
Paredón	5	5.24	5
Sauceda	5	9.18	13

7.1.- Producción de fibra por planta.

Las tablas de producción de fibra generadas (Anexo 1), se aplicaron al número de plantas determinado con la ecuación de Bonham para cada localidad, y así estimar la producción de fibra promedio por planta (Cuadro 4 y Figura 5).

Cuadro 4. Cantidad de fibra promedio por planta expresada en gramos.

Estadísticas	Jaumave	Estación Marte	Paredón	Sauceda
Promedio	14.06 A*	10.57 B	17.29 C	10.57 B
Desviación estándar	9.10	4.28	7.38	3.04
Intervalo de confianza ($\alpha = 0.05$)	± 1.25	± 0.67	± 1.11	± 0.48

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($\alpha=0.05$) entre localidades.

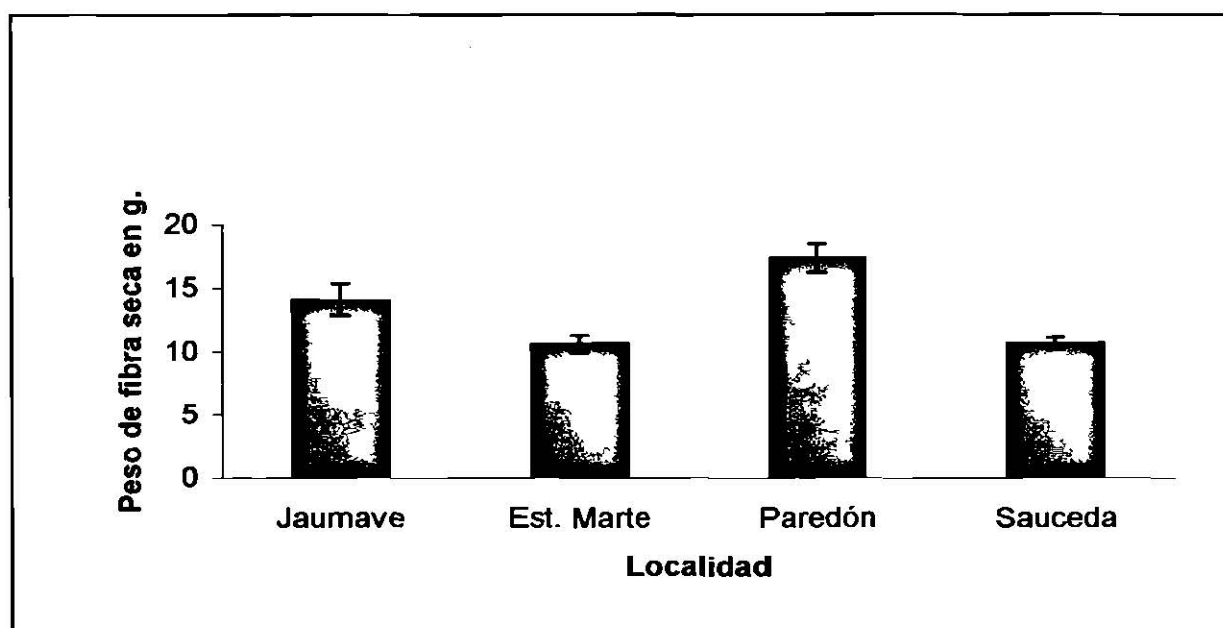


Figura 5. Peso promedio de fibra seca por planta por localidad. Las barras de error representan el intervalo de confianza ($\alpha = 0.05$).

Los datos de producción de fibra promedio por planta fueron comparados entre localidades mediante un análisis de varianza (Cuadro 5), teniendo como resultado que la producción por planta difiere ($P = 1.12E^{-22}$) entre localidades. Por lo tanto, se procedió a realizar pruebas de t student suponiendo varianzas iguales, entre cada par de localidades, a fin de definir la similitud o diferencia entre las mismas. La localidad de Paredón tuvo la mayor producción de fibra por planta (17.29 g), seguida de Jaumave (14.06 g), mientras que Saucedá y Estación Marte mostraron la misma producción por planta con 10.57 gramos (Cuadro 4).

Cuadro 5. Resultados del análisis de varianza comparando producción de fibra seca promedio por planta, entre localidades.

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	5076.1269	3	1692.0423	37.97346	1.1203E ⁻²²	2.6181
Dentro de los grupos	29943.337	672	44.55853			
Total	35019.464	675				

7.2.- Densidad de plantas por hectárea.

De igual manera, se realizaron los cálculos para estimar la densidad de plantas por hectárea, una vez que se conoció el número promedio de individuos de lechuguilla adultos por transecto de 30 metros de largo por 2 metros de ancho (Cuadro 6 y Figura 6).

Cuadro 6. Número de plantas promedio por transecto 2m x 30m y por hectárea.

Localidad y Variables Estadísticas	Numero de Individuos por transecto de 30m x 2m	Numero de Individuos por ha
JAUMAVE		
<i>n</i>	20	
Prom	84.05	14008.33
Desv. Est	20.96	3494.97
Intervalo de Confianza ($\alpha = 0.05$)	± 18.61	± 1531.70
EST. MARTE.		
<i>n</i>	5	
Prom	97.9	16316.66
Desv. Est	14.42	3509.58
Intervalo de Confianza ($\alpha = 0.05$)	± 10.61	± 3076.22
PAREDÓN		
<i>n</i>	5	
Prom	57.7	9616.66
Desv. Est	18.32	3054.25
Intervalo de Confianza ($\alpha = 0.05$)	± 13.48	± 2677.11
SAUCEDA		
<i>n</i>	13	
Prom	89.76	14960
Desv. Est	40	6667.76
Intervalo de Confianza ($\alpha = 0.05$)	± 18.25	± 3624.56

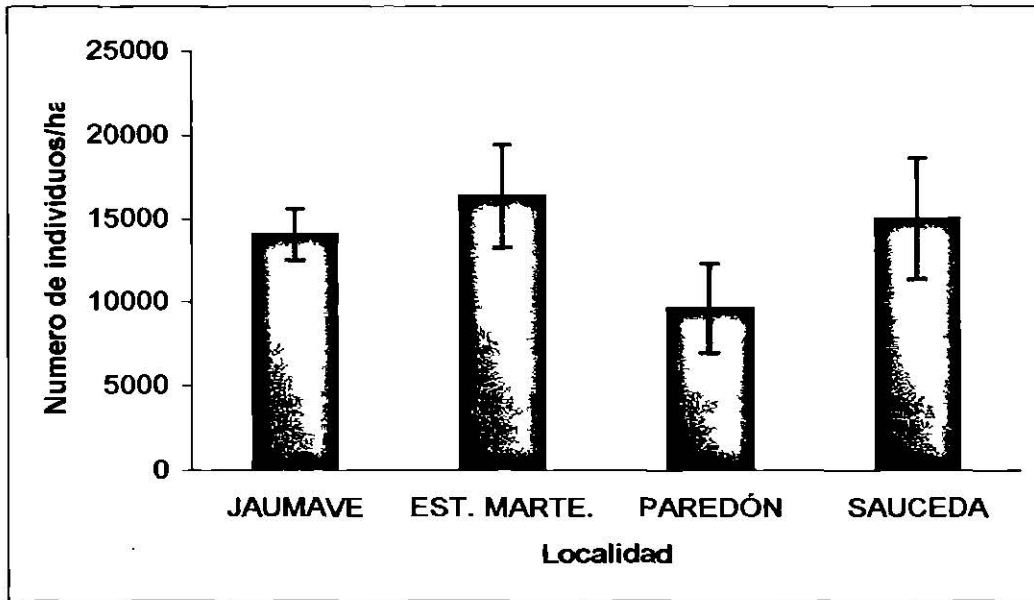


Figura 6. Promedio de individuos por hectárea en cada localidad. Las barras de error representan el intervalo de confianza ($\alpha = 0.05$).

Los resultados de las pruebas de t para comparar la densidad de plantas, entre localidades, se presentan en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Resultados de las pruebas de t comparando número de plantas promedio por hectárea, entre localidades ($\alpha = 0.05$).

Localidades	P (T <= t) para dos colas
Paredón - Saucedá	0.1083
Paredón - Estación Marte	0.0073
Paredón - Jaumave	0.0172
Sauceda - Jaumave	0.5941
Sauceda - Est. Marte	0.5234
Jaumave - Est. Marte	0.0970

La Figura 6 y el Cuadro 7 nos indican que Paredón es la localidad que cuenta con la menor densidad de plantas de lechuguilla por hectárea y es estadísticamente diferente de Estación Marte ($P = 0.007$) y de Jaumave ($P=0.017$), mientras que las demás localidades presentan densidades de plantas iguales entre sí.

Los datos, tanto de producción de fibra por planta, como de densidad de plantas estimadas en este trabajo son altamente coincidentes con lo reportado por Zapién (1981) quien, utiliza métodos directos de estimación, reporta un promedio de 18,100 plantas por hectárea para localidades del estado de Coahuila, con una producción promedio hasta 10.052g por planta.

Asimismo, concuerdan con los obtenidos siguiendo el método propuesto por Berlanga *et al.* (1992) con la ventaja de que las tablas generadas en esta investigación no requieren de transformaciones posteriores para calcular la cantidad de fibra, transformaciones que pueden limitar la utilidad del método cuando se desea que los apliquen los propios ixtleros

Una vez conocida la producción de fibra seca promedio por planta y el número de individuos adultos para cada localidad, se procedió a calcular la producción promedio de fibra seca por hectárea (Cuadro 8).

Cuadro 8. Producción de fibra promedio por planta y por hectárea para cada localidad (\pm intervalo de confianza $\alpha = 0.05$).

Localidad	Producción por planta (g)	Producción por hectárea (kg).
Jaumave	14.06 \pm 1.25	197.00
Estación Marte	10.57 \pm 0.67	172.54
Paredón	17.29 \pm 7.38	166.28
Sauceda	10.57 \pm 0.48	158.14

Jaumave es la localidad que presentó la mayor producción de fibra por hectárea (197 kg), seguida de Estación Marte (172.54 kg), después Paredón (166.28 kg) y, con la menor producción por hectárea, la localidad de la Saucedá (158.14 kg).

Es interesante señalar aquí que la localidad de Jaumave, donde se encontró la mayor producción de fibra por hectárea, no fue la que tuvo la mayor producción por planta, ni el mayor número de plantas, pero sí una combinación de estos dos valores que resultó la más productiva.

En el otro extremo, la localidad de Saucedá fue la más baja en producción de fibra por planta e igualmente en densidad de plantas; resultando, por lo tanto, la de menor producción por hectárea.

Como conclusión tenemos que las localidades, ordenadas de mayor a menor producción, son: Jaumave, Estación Marte, Paredón y Saucedá.

7.3.- Resultados edafológicos.

Los resultados de las muestras de suelo analizadas se presentan de manera concentrada en los Cuadros 9 y 10.

Cuadro 9. Datos edafológicos de las localidades muestreadas.

Localidad	Profundidad				Clasificación	D. A.		
	de Suelo (metros)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)		g/cm ³	Mat. Org. %	Carbonatos
Jaumave	.428	33.46	47.89	18.64	franco-limoso	1.1547 media	1.55 mod. baja	8.33 calcáreo
Sauceda	1.00	25.96	58	16.04	franco-limoso	1.9713 alta	0.93 bajo	19.02 calcáreo
Paredón	.75	57.96	22	20.04	franco	0.9539 baja	0.4 bajo	3.782 lig. calcáreo
Est. Marte	1.00	33.96	42	24.04	franco-limoso	0.9049 baja	0.66 bajo	12.47 calcáreo

Para la obtención de los datos de macronutrientes se analizó una mezcla de las muestras de suelo extraídas (n = 5) de cada localidad, obteniendo los valores que se muestran en los Cuadro 10.

Cuadro 10. Macronutrientes presentes en las localidades de estudio.

	Macronutrientes			
	Paredón	Sauceda	Est. Marte	Jaumave
Nitrógeno (PPM)	31.88	47.83	39.86	35.38
Fósforo (PPM)	5.87 bajo	2.69 bajo	2.03 bajo	4.05 bajo
Potasio (PPM)	392.5 mod. bajo	396 medio	407 medio	456.41 medio

Otro dato importante de los suelos fue el cálculo de la Capacidad de Retención del Agua en el Suelo para las localidades muestreadas. Utilizando la fórmula propuesta por Siebe *et al.* (1996):

$$dCC [L/m^2] = dCC [Vol \%] * (100 - (piedras [Vol \%])/100) * espesor [dm].$$

Donde:

dCC = Capacidad de Agua Disponible.

Piedras = volumen ocupado/100.

Espesor = profundidad del suelo en dm

Surgiendo lo siguiente:

Cuadro 11. Valores de VPT, CA, dCC y CC a partir de la textura de los horizontes, para calcular retención de agua de los suelos.

	VPT [Vol %]			CA [Vol%]			dCC [Vol%]			CC [Vol%]		
	Densidad	Aparente		Densidad	Aparente		Densidad	Aparente		Densidad	Aparente	
	b	m	a	b	m	a	b	m	a	b	m	a
Ag	44	38		24	19		17	16		20	19	
Am	42	36		28	25		9	8		14	11	
Af	44	34		18	10		22	20		26	24	
A	46	38	34	24	22	19	16	11	11	22	16	15
Ac	46	39	33	18	16	12	20	16	14	28	23	21
CA	45	38	32	11	9	17	24	20	17	34	29	25
L	49	42		8	5		28	26		41	37	
CL	50	41	36	9	7	4	27	24	21	41	34	32
C	48	40	33	8	7	5	20	15	13	40	33	28
CRA	49	41	34	4	3	3	15	12	10	45	37	31
CRL	49	42	36	7	6	4	20	16	14	42	36	32
CR	50	42	36	5	4	3	16	12	9	45	38	33
R	57	45		3	3		16	12		54	42	
RL	50	42	35	5	4	3	16	12	9	45	38	32
	52	43	37	4	4	3	15	11	7	48	39	34

Densidad aparente: b: baja

m: media

a: alta

Textura: g: gruesa (2-0.63mm)

m: mediana (0.63-0.2mm)

f: fina (0.2-0.06mm)

Textura de los suelos

A: arenas

L: limos

R: arcillas

C: franca

Ag: arenas gruesas

Am: arenas medias

Af: arenas finas.

7.4.- Resultados de la evaluación de retención de agua de los suelos por localidad.

JAUMAVE.

Textura: Franco-Limoso

Profundidad de suelo: 4.28 dm

Espacio radicular efectivo: 10 dm

Densidad aparente: 1.15

Espacio poroso total (VPT) = 50%

Capacidad de aireación = 9%

Capacidad de agua disponible (dCC): 27%

$$\begin{aligned} \text{dCC [L/m}^2\text{]} &= \text{dCC [Vol \%]} * (100 - (13.6)/100 * 4.28 \text{ dm}) \\ &= [27] * (86)/100 * 4.28 \\ &= [27] * (.86) * 4.28 = \underline{\underline{88.33 \text{ L/m}^2}} \end{aligned}$$

ESTACIÓN MARTE.

Textura: Franco-Limoso

Profundidad de suelo: 10 dm

Espacio radicular efectivo: 10 dm

Densidad aparente: .90

Espacio poroso total (VPT) = 50%

Capacidad de aireación = 9%

Capacidad de agua disponible (dCC): 27%

$$\begin{aligned} \text{dCC [L/m}^2\text{]} &= \text{dCC [Vol \%]} * (100 - (19.75)/100 * 10 \text{ dm}) \\ &= [27] * (80.25)/100 * 10 \\ &= [27] * (.80) * 10 = \underline{\underline{216.67 \text{ L/m}^2}}. \end{aligned}$$

PAREDÓN.

Textura: Franco

Profundidad de suelo: 7.5 dm

Espacio radicular efectivo: 10 dm

Densidad aparente: .95

Espacio poroso total (VPT) = 48%

Capacidad de aireación = 8%

Capacidad de agua disponible (dCC): 20%

$$\begin{aligned} \text{dCC [L/m}^2\text{]} &= \text{dCC [Vol \%]} * (100 - (26.81)/100 * 7.5 \text{ dm}) \\ &= [20] * (73.19)/100 * 7.5 \\ &= [20] * (.73) * 7.5 = \underline{\underline{109.5 \text{ L/m}^2}}. \end{aligned}$$

LA SAUCEDA

Textura: Franco-Limoso

Profundidad de suelo: 10 dm

Espacio radicular efectivo: 10 dm

Densidad aparente: 1.97 (alta)

Espacio poroso total (VPT) = 36%

Capacidad de aireación = 4%

Capacidad de agua disponible (dCC): 21%

$$\begin{aligned}
 dCC [L/m^2] &= dCC [Vol \%] * (100 - (2.08)/100 * 10 \text{ dm} \\
 &= [21] * (97.92)/100 * 10 \\
 &= [21] * (.97) * 10 = \underline{203.7 L/m^2}.
 \end{aligned}$$

Cuadro 12. Valores de producción de ixtle, datos edafológicos y de precipitación pluvial para las localidades de estudio.

	# de	Prod/Planta	Prod/ha	dCC	Prec.	Mat. Org.	N	P	K
Localidad	Plantas/ha	(g)	(kg)	(L/cm ²)	(mm)	(%)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
Jaumave	14008.3	14.06	197.50	88.3	530	1.5	35.4	4.0	456.4
Paredón	9616.6	17.29	165.41	109.5	177	0.4	31.9	5.9	396.5
Est. Marte	16316.7	10.57	178.26	216.7	177	0.6	39.9	2.0	407.0
Sauceda	14960.0	10.57	158.16	203.7	177	0.9	47.8	2.7	396.0

Con los datos de precipitación pluvial, edáficos y de productividad de las plantas de las diferentes poblaciones se hizo un análisis de éstos de manera cualitativa, teniendo como resultados: que las localidades de Jaumave y Paredón que presentaron la mayor producción por planta, fueron las de menor número de individuos por hectárea. Asimismo, fueron las localidades que presentaron los contenidos de fósforo más altos y los menores contenidos de nitrógeno.

En la localidad de Paredón, se obtuvo la mayor producción de fibra por planta y es la que presenta los valores más bajos de contenido de materia orgánica en el suelo, siendo esto coincidente con lo reportado por Marroquín (1981) y Villarreal (1988) quienes señalan que las plantas de lechuguilla crecen con mayor vigor en áreas con bajo contenido de materia orgánica.

La capacidad de almacenamiento del agua en el suelo no parece determinar la producción de fibra por planta, pero sí afectar la densidad de plantas por hectárea. Así, para las localidades de Coahuila, donde la precipitación anual, y el clima en general, fue igual, la densidad de plantas estuvo directamente relacionada con la capacidad de retención del agua del suelo. Estación Marte y Saucedá fueron las localidades con la mayor capacidad de retención de agua en el suelo y fue en ellas donde se registró la mayor cantidad de plantas por hectárea. La localidad ubicada en el estado de Tamaulipas no fue comparada, ya que en ésta, la precipitación promedio anual difiere notablemente de las otras localidades.

8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

La variable que mejor se ajustó en la correlación con el peso seco de la fibra fue la multiplicación de altura del cogollo por diámetro del mismo.

El valor de correlación entre estas variables fue alto en las cuatro localidades de estudio por separado, e igualmente cuando éstas fueron analizadas en conjunto. Esto permite suponer que las variables aquí propuestas son adecuadas para realizar estimaciones de producción de fibra en la mayoría de las poblaciones de lechuguilla de la región.

Las tablas de producción generadas en este estudio permiten estimar, con un alto grado de confiabilidad, de manera rápida y no destructiva, la cantidad de fibra por individuo de las poblaciones silvestres de lechuguilla.

De las localidades estudiadas, Paredón tuvo la mayor producción de fibra por planta (17.29 g), pero la menor densidad de plantas por hectárea (9,617 plantas/ha). La localidad de Jaumave, donde se encontró la mayor producción de fibra por hectárea, no fue la que tuvo la mayor producción por planta, ni el mayor número de plantas, pero sí una combinación de estos dos valores que resultó la más productiva, con 197 kg/ha.

Las localidades de Jaumave y Paredón que presentaron la mayor producción por planta, fueron las de menor número de individuos por hectárea. Asimismo, fueron las localidades que presentaron los contenidos de fósforo más altos y los menores contenidos de nitrógeno.

La capacidad de almacenamiento del agua en el suelo no parece determinar la producción de fibra por planta, pero sí afectar la densidad de plantas por hectárea, ya que Estación Marte y Saucedá fueron las localidades con la mayor capacidad de retención de agua en el suelo y fue en ellas donde se registró la mayor cantidad de plantas por hectárea.

Se recomienda validar las tablas de producción generadas en este estudio, aplicándolas en otras poblaciones de lechuguilla de la región, especialmente en aquellas que, fenotípicamente, sean diferentes a las aquí estudiadas.

9.- LITERATURA CITADA.

1. Aguirre R. R. 1983. Enfoques para el estudio de las actividades agrícolas en el altiplano potosino-zacatecano. En: J. T. Molina G. (Ed.) *Recursos agrícolas de zonas áridas y semiáridas de México*. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. Pp. 105-115.
2. Belmares H., A. Barrera, E. Castillo y M. Monjaras 1985. El uso de fibras naturales duras como material de construcción. Estado de avance. En: Cruz C., del Castillo L., M. Robert y R. N. Ondarza *Biología y aprovechamiento integral del henequén y otros agaves*. Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste. San Cristóbal de las Casas, Chis., Pp. 231-242.
3. Belmares H., Barrera A., E. Castillo., M. Monjaras, M. Tistan. 1979b. Industrialización de los recursos vegetales de las zonas áridas y semiáridas de América del Norte. Fibras vegetales duras. *Inter ciencia* 4(6): 320-325.
4. Berlanga C. 1998. Evaluación de las poblaciones naturales de lechuguilla. En: *Tecnologías Lave en Mano*. Serie 1998. División Forestal. México, D.F.
5. Berlanga C., L. A. González y L. H. Franco 1992. Metodología para la evaluación y manejo de lechuguilla en condiciones naturales. Folleto Técnico Num. 1. Instituto Nacional de Investigación Forestal, SARH. Saltillo, Coah.
6. Berlanga C., M. García, González L. 1992a. Técnicas para el establecimiento y manejo de una plantación de lechuguilla. Folleto Divulgativo Num. 1. Instituto Nacional de Investigación Forestal, SARH. Saltillo, Coah. 7p.

7. Blando-Navarrete J. L., Baca M. S. 2001. Definición del potencial productivo de la lechuguilla en el municipio de San Juan de Guadalupe, Dgo. Pp 100-105.
8. Cruz C. J. Y J. G. Medina T., 1988. La lechuguilla *Agave lecheguilla*. DIF Coahuila.
9. De la Garza P. F. 1985. Comercialización y Costos de Producción de Lechuguilla, INIF. Boletín divulgativo No. 73. México, D.F.
10. Eufrazio O. 1992. Respuesta de una población natural de lechuguilla (*Agave lecheguilla*, Torr.) a diferentes sistemas de aprovechamiento. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Forestales de la UANL; Linares, Nuevo León, México.
11. FitzPatrick, E. 1984. Suelos; Su Conformación , Clasificación y Distribución. Primera Edición. Editorial CECSA. México, D.F.
12. Flores F. J. y G. M. Perales 1989. Primer reporte nacional de las plagas asociadas a la lechuguilla *Agave lecheguilla* Torr. Agraria 5: 57-73.
13. García de F. A y A. de Sicilia 1984. El mercado mundial de las fibras duras. Centro de Investigación Científica de Yucatán, Mérida Yuc., 75p.
14. INEGI (1986). Síntesis Geográfica del Estado de Coahuila, Mex. Primera reimpresión.
15. INEGI (1986). Síntesis Geográfica del Estado de Tamaulipas, Mex. Primera reimpresión.

16. Juárez P. A., A. A. Reyes y A. A. Andrade 1996. Flora útil de tres tipos de matorral en el altiplano potosino-zacatecano. *Geografía Agrícola* 22-23: 23-37.
17. Kirby R. H. 1950. Brush-making fibers. *Economic Botany* 4: 243-252. La evaluación y manejo de lechuguilla en condiciones naturales. Folleto Técnico Num. 1. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, SARH. Saltillo, Coahuila. P 21.
18. Maiti, M. R. 1995. *Fibras Vegetales en el Mundo*. Trillas. México, D.F.
19. Maldonado, J. L. 1979. Uso múltiple de los recursos naturales de las zonas áridas. *Boletín Ciencia Forestal*. INIF. México 4(17):12-20.
20. Márquez G., 1997. Caracterización de unidades ambientales para la estimación de capacidad de pastoreo en Mapimí, Durango. Tesis Profesional. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Dgo. Méx.
21. Marroquín J. S., Borja L. G., Velásquez C. R., De la Cruz J. A. 1981. Estudio Ecológico dasonómico de las zonas áridas del norte de México. *Publicación Especial*. Num. 22^a Ed. INIF, México, D.F.
22. Nieto P.C. 1983. La lechuguilla. *INIREB Informa*. Num. 63. Instituto Nacional de Investigación sobre Recursos Bioticos, Xalapa, Ver., Mex.
23. Nobel, P. S. 1976. Water relations and photosynthesis of a deser CAM plants, *Agave deserti*. *Plant Physiology*. 58: 576-582.

24. Nobel P. S. y E. Quero 1986. Environmental productivity indices for Chihuahuan Desert CAM plant, *Agave Lecheguilla*. *Ecology*, 67(1): 1-11.
25. Nobel P. S. y E. Quero, Linares H. 1989. Root versus shoot biomass: responses to water, nitrogen and phosphorus applications for *Agave lecheguilla*. *Bot. Gaz.* 150(4) 411- 416.
26. Nobel P.S. 1998. Los incomparables agaves y cactus. Trillas. México, D.F. 211p.
27. Pando-Moreno, M. 2002. Análisis de los Indicadores Ambientales y Socioeconómicos de la Desertificación: Un Estudio de Caso. Tesis Doctoral. Departamento de Geografía. Facultad de Filosofía y Letras. UNAM.
28. Pando-Moreno, M., O. Eufasio, E. Jurado y E. Estrada, 2004. Post-harvest growth of lechuguilla (*Agave lecheguilla* Torr., Agavaceae) in Northeastern México. *Economic Botany* 58 (1). New York.
29. Reyes A. Juan A., J. Rogelio Aguirre R., C. Beatriz Pena V. 2000. Biología y aprovechamiento de *Agave lecheguilla* Torrey. Sociedad de Biología Botánica de México, Instituto de Investigación de la Universidad de San Luis Potosí, San. Luis Potosí, México.
30. Reyes G. 2000. Evaluación de la Desertificación de la Subcuenca "Río Limón" en el Estado de Nuevo León, mediante sistemas de Información Geográfica. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias Forestales de la UANL. Linares Nuevo León, México.
31. Rzedowski J. 1964. Botánica económica. En: Beltrán E., (Ed) Las zonas áridas y semiáridas del centro y noreste de México y el aprovechamiento de sus recursos. Instituto Mexicano de Recursos Renovables. México, D.F.

32. Rzedowski J. 1978. La vegetación de México. Limusa, México, D.F.
33. SEMARNAT 2000. Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2000. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México.
34. Sheldon S. 1980. Ethnobotany of *Agave lechuguilla* and *Yucca carerosana* in Mexico's Zona Ixtlera. *Economic Botany* 34(4). Pp 173-190.
35. Siebe C., J. Reinhold, K. Stahr 1996. Manual Para la Evaluación Ecológica de los Suelos en el Campo. Publicación Especial 4. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C.
36. Villarreal, L. 1988. Estudio biométrico sobre aspectos morfoanatómicos de *Agave lechuguilla* Torr. En Mina Nuevo León. En: Maiti, R. 1995. Fibras Vegetales en el Mundo. Editorial Trillas. Pp. 257-279. México, D.F.
37. Villareal L., R. K. Maiti 1991. Características morfoanatómicas y productividad de Fibra en *Agave lechuguilla* Torr., en Nuevo León, México.
38. Wall M.E., B.H Warnock y J.J. Willaman 1962. Steroidal sapogenins. LXVIII. Their occurrence in *Agave lechuguilla*. *Economic Botany* 16: 266-269.
39. Wayne C. y D. Bonham Charles 1977. Techniques for Vegetation Measurements and Analysis for a Pre- and Post-Mining Inventory. Range Science Series No. 28. Department of Range Series, Colorado State University.
40. Woerner M. (1989): Métodos químicos para el análisis de suelos calizos de zonas áridas y semiáridas.- Facultad de ciencias Forestales, UANL, Linares, N. L., México. Pag. 45.

41. Wood, M.K. 1987. Plot numbers required to determine infiltration rates and sediment production on rangelands in South Central New Mexico. *Journal of Range Managment* 40(3): 259-263.

42. www.conabio.gob.mx

43. www.siue.gob.mx

44. Zapien B. M. 1981. Evaluación de la producción de ixtle de lechuguilla en cuatro sitios diferentes. *Memorias de la Primera Reunión Nacional sobre Ecología, Manejo y Domesticación de las Plantas Útiles del Desierto. Publicación Especial Num. 31. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, SARH. México D. F. pp. 385-389.*

45. Zárate L., A. 1991. Análisis dimensional en lechuguilla In: *Memorias del III Simposio Nacional sobre Ecología, Manejo y Domesticación de plantas útiles del Desierto. INIFAP. Saltillo, México.*

ANEXOS

ANEXOS.

Anexo 1. Tabla de Producción de Fibra de lechuguilla para Poblaciones Silvestres del Noreste de México.

Altura de Cogollo (cm)	Diámetro de Cogollo (cm)																		
	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	9.5	10
25		1.18	2.94	4.70	6.46	8.22	9.97	11.73	13.49	15.25	17.01	18.77	20.52	22.28	24.04	25.80	27.56	29.32	31.08
30	0.13	2.24	4.35	6.46	8.57	10.68	12.79	14.90	17.01	19.12	21.23	23.34	25.45	27.56	29.67	31.78	33.89	36.00	38.11
35	0.83	3.29	5.75	8.22	10.68	13.14	15.60	18.06	20.52	22.99	25.45	27.91	30.37	32.83	35.30	37.76	40.22	42.68	45.14
40	1.53	4.35	7.16	9.97	12.79	15.60	18.41	21.23	24.04	26.86	29.67	32.48	35.30	38.11	40.92	43.74	46.55	49.36	52.18
45	2.24	5.40	8.57	11.73	14.90	18.06	21.23	24.39	27.56	30.72	33.89	37.05	40.22	43.38	46.55	49.71	52.88	56.04	59.21
50	2.94	6.46	9.97	13.49	17.01	20.52	24.04	27.56	31.08	34.59	38.11	41.63	45.14	48.66	52.18	55.69	59.21	62.73	66.24
55	3.64	7.51	11.38	15.25	19.12	22.99	26.86	30.72	34.59	38.46	42.33	46.20	50.07	53.93	57.80	61.67	65.54	69.41	73.28
60	4.35	8.57	12.79	17.01	21.23	25.45	29.67	33.89	38.11	42.33	46.55	50.77	54.99	59.21	63.43	67.65	71.87	76.09	80.31
65	5.05	9.62	14.19	18.77	23.34	27.91	32.48	37.05	41.63	46.20	50.77	55.34	59.91	64.48	69.06	73.63	78.20	82.77	87.34
70	5.75	10.68	15.60	20.52	25.45	30.37	35.30	40.22	45.14	50.07	54.99	59.91	64.84	69.76	74.68	79.61	84.53	89.45	94.38
75	6.46	11.73	17.01	22.28	27.56	32.83	38.11	43.38	48.66	53.93	59.21	64.48	69.76	75.03	80.31	85.58	90.86	96.14	101.41
80	7.16	12.79	18.41	24.04	29.67	35.30	40.92	46.55	52.18	57.80	63.43	69.06	74.68	80.31	85.94	91.56	97.19	102.82	108.44
85	7.86	13.84	19.82	25.80	31.78	37.76	43.74	49.71	55.69	61.67	67.65	73.63	79.61	85.58	91.56	97.54	103.52	109.50	115.48
90	8.57	14.90	21.23	27.56	33.89	40.22	46.55	52.88	59.21	65.54	71.87	78.20	84.53	90.86	97.19	103.52	109.85	116.18	122.51
95	9.27	15.95	22.64	29.32	36.00	42.68	49.36	56.04	62.73	69.41	76.09	82.77	89.45	96.14	102.82	109.50	116.18	122.86	129.54
100	9.97	17.01	24.04	31.08	38.11	45.14	52.18	59.21	66.24	73.28	80.31	87.34	94.38	101.41	108.44	115.48	122.51	129.54	136.58

*La cantidad de fibra se encuentra expuesta en gramos y su respectivo diámetro y altura en centímetros.

Anexo 2. Datos de las Variables Medidas en el Muestreo de Campo por Localidad.

Jaumaveh	h. Cogollo	Diam. Cogollo	h.*Diam	Peso de Fibra		Est. Marte	h. Cogollo	Diam. Cogollo	h.*Diam	Peso de Fibra			
		25	1.95	48.75	2.7703625			36	27.48	98.964	48.87543544		
		26	1.91	49.66	2.8983722	sumatoria	2826.6817	30	23.43	70.29	5.8003943		
		27	2.41	65.07	5.0660969	prom	14.063093	35	34.47	120.645	12.88383215	suma	1660.20933
		27	1.8	48.6	2.7492622	desv. stdr.	9.10712259	36.5	29.79	108.7335	11.20824145	promedio	10.5745817
		27	2.33	62.91	4.7622497	varianza	82.9396819	45	38.82	174.69	20.4863423	desv. stdr.	4.2861634
		29	2.4	69.6	5.7033321	I.C	1.25901412	30	33.74	101.22	10.1513174	varianza	18.3711967
		30	4.5	135	14.90315			28	29.08	75.608	6.54847736	I.C.	0.67044992
		30	1.58	47.4	2.580458			40	33.67	134.68	14.8581356		
		30	2.6	78	6.88496			36	27.81	100.116	9.99601772		
		30	2.76	82.8	7.560176			43	37.47	161.121	18.57759107		
		30	2.55	76.5	6.673955			37	29.61	109.557	11.32408319		
		30	1.73	51.9	3.213473			35	33.06	115.71	12.1896257		
		30	2.06	61.8	4.608106			43	32.81	140.223	15.63786941		
		31	2.1	65.1	5.070317			33	32.61	107.613	11.05062071		
		31	2.43	75.33	6.5093711			29	27.6	80.04	7.1719268		
		31	2.54	78.74	6.9890558			38	32.76	124.488	13.42442696		
		31	2.36	73.78	6.2913326			36	35.25	126.9	13.763723		
		31	2.35	72.85	6.1605095			40	30.67	122.68	13.1700956		
		31	2.34	72.54	6.1169018			38	28.02	106.476	10.89067892		
		31	1.63	50.53	3.0207551			34	27.2	92.48	8.9218616		
		32	2.04	65.28	5.0858376			30	37.58	112.74	11.7718358		
		33	1.8	59.4	4.288499			34	27.18	82.448	8.91707882		
		33	2.37	78.21	6.9145007			31	30.68	95.108	9.29154236		
		33	2.78	81.74	8.8177658			29	33.59	97.411	9.61550537		
		33	3	99	9.83903			35	28.63	100.205	10.00853735		
		33	2.668	88.044	8.29784948			34	30.51	103.734	10.50496178		
		33	2.6	85.8	7.982186			29	28.36	82.244	7.48196348		
		33	2.54	83.82	7.7036594			30	24.03	72.09	6.0536003		
		33	2.96	97.68	9.6533456			30	22.67	68.01	5.4798667		
		33	1.85	61.05	4.5006035			40	29.25	117	12.37109		
		34	2.23	75.82	6.5782994			34	27.27	92.718	8.95534106		
		34	2.5	85	7.86965			38	28.86	109.668	11.33969756		
		34	2.5	85	7.86965			40	29.25	117	12.37109		
		34	2.05	69.7	5.717399			36	27.27	98.172	9.72255524		
		34	3.21	109.14	11.2654238			35	28.86	101.01	10.1217767		
		34	3.21	109.14	11.2654238			37	32.27	119.399	12.70855733		
		34	2.05	69.7	5.717399			37	25.29	93.573	9.07561391		
		34	3.03	103.02	10.4045234			36	25.98	93.528	9.06928376		
		34	2.33	79.22	7.0565774			34	29.06	98.804	9.81145868		
		34	3.16	107.44	11.0262848			33	35.03	115.599	12.17401133		
		34	3.06	104.04	10.5480058			31	28.72	89.032	8.43683144		
		34	2.16	73.44	6.2435048			40	28.18	112.72	11.7880224		
		34	3	102	10.26104			38	33.5	127.3	13.819991		

35	3.115	109.025	11.24924675				26	29.79	77.454	6.80815418		
35	1.9	66.5	5.267255				29	33.53	97.237	9.59102879		
35	2.56	89.6	8.516732				35	29.48	103.18	10.4270306		
35	2.03	71.05	5.9073035				36	30.53	109.908	11.37345836		
35	2.33	81.55	7.3843385				35	28.21	98.735	9.80175245		
35	2.28	79.8	7.138166				26	24.37	63.362	4.82583254		
35	3.75	131.25	14.3756375				33	30.17	99.561	9.91794587		
35	3.46	121.1	12.947837				36	31.09	111.924	11.65704908		
35	4.21	147.35	16.6404245				40	34.82	139.28	15.5052176		
35	2	70	5.7596				40	27.59	110.36	11.4370412		
35	2.82	98.7	9.796829				36	24.79	89.244	8.46665348		
35	2.24	78.4	6.941228				33	26.07	86.031	8.01468077		
35	3.12	109.2	11.273864				40	25.17	100.68	10.0753556		
35	2.63	92.05	8.8613735				38	24.77	94.126	9.15340442		
35	3.34	116.9	12.357023				38	24.32	92.416	8.91285872		
35	3.88	135.8	15.015686				37	22.19	82.103	7.46212901		
35	2.15	75.25	6.4981175				35	31.04	108.64	11.1950888		
36	2.13	76.68	6.6992756				25	23.72	59.3	4.254431		
36	3.22	115.92	12.2191664				38	29.24	111.112	11.54282504		
36	2.5	90	8.573				39	22.38	87.282	8.19065894		
36	2.92	105.12	10.6999304				39	31.85	124.215	13.38602405		
36	3.34	120.24	12.8268608				33	26.94	88.902	8.41854434		
36	2.96	106.56	10.9024952				39	24.95	97.305	9.60059435		
36	2.94	105.84	10.8012128				33	26.56	87.648	8.24214416		
36	2.94	105.84	10.8012128				39	28.85	112.515	11.74018505		
36	2.32	83.52	7.6614584				37	24.47	90.539	8.64882113		
36	2.92	105.12	10.6999304				28	25.81	72.268	6.07863956		
36	2.04	73.44	6.2435048				31	27.29	84.599	7.81324133		
37	4.25	157.25	18.0330575				34	22.21	75.514	6.53525438		
37	3.84	142.08	15.8990936				36	24.09	86.724	8.11216508		
37	3.77	139.49	15.5347583				39	28.77	112.203	11.69629601		
37	3.35	123.95	13.3487465				30	37.27	111.81	11.6410127		
37	2.7	99.9	9.965633				39	27.7	108.03	11.1092801		
37	4.1	151.7	17.252339				39	33.22	129.558	14.13762396		
37	3.67	135.79	15.0142793				30	24.53	73.59	6.2646053		
37	3.21	118.77	12.6200759				33	23.22	76.626	6.69167942		
37	2.96	109.52	11.3188784				36	24.78	89.208	8.46158936		
38	3	114	11.94908				30	19.53	58.59	4.1545553		
38	2.78	104.88	10.6661696				38	24.99	94.962	9.27100454		
38	2.16	82.08	7.4588936				34	21.21	72.114	6.05697638		
38	2.63	99.94	9.9712598				30	30.22	90.66	8.6658422		
38	2.05	77.9	6.870893				32	26.36	84.352	7.77849584		
38	2.3	87.4	8.207258				37	24.82	91.834	8.83098878		
38	2.47	93.86	9.1158862				38	31.23	118.674	12.60657158		
38	2.65	100.7	10.078169				40	32.14	128.56	13.9972352		
38	2.72	103.36	10.4523512				37	32.19	119.103	12.66691901		

	38	2.97	112.86	11.7887162					36	29.74	107.064	10.97339288		
	38	2.83	107.54	11.0403518					36	27.62	99.432	9.89979944		
	39	2.9	113.1	11.822477					37	32.71	121.027	12.93756809		
	39	3.97	154.83	17.6926361					37	32.26	119.362	12.70335254		
	39	2.4	93.6	9.079412					38	33.8	128.44	13.9803548		
	39	3.5	136.5	15.114155					35	33.72	118.02	12.5145734		
	39	3.44	134.16	14.7849872					31	33.18	102.858	10.38173486		
	39	2.26	88.14	8.3113538					30	31.12	93.36	9.0456512		
	39	2.64	102.96	10.3960832					34	31.51	107.134	10.98323978		
	40	2.96	118.4	12.568028					33	29.5	97.35	9.6069245		
	40	4.32	172.8	20.220476					35	35.18	123.13	13.2333971		
	40	3.22	128.8	14.030996					33	33.35	110.055	11.39413685		
	40	2.85	114	11.94908					28	24.24	67.872	5.46025424		
	40	3.21	128.4	13.974728					38	27.08	97.488	8.82833898		
	40	2.42	96.8	9.529556					40	31.63	126.52	13.7102684		
	40	3.24	129.6	14.143532					44	29.65	130.46	14.2645082		
	40	3.15	126	13.63712					33	24.64	81.312	7.35085904		
	40	3.12	124.8	13.468316					41	31.67	129.847	14.17827749		
	40	3.24	129.6	14.143532					34	27.1	92.14	8.8740338		
	40	2.53	101.2	10.148504					41	29.43	120.663	12.88636421		
	40	2.57	102.8	10.373576					44	35.18	154.792	17.68729064		
	40	2.47	96.8	9.810896					42	30.76	129.192	14.08613864		
	41	2.43	99.63	9.9276521					40	26.97	107.88	11.0881796		
	41	5.08	208.28	25.2114476					40	27.65	110.6	11.470802		
	41	3.84	157.44	18.0597848					31	22.46	69.626	5.70698942		
	41	2.1	86.1	8.024387					39	25.48	99.372	9.89135924		
	41	2.72	111.52	11.6002184					36	28.39	102.204	10.28973668		
	41	2.94	120.54	12.8690618					32	31.82	101.824	10.23628208		
	41	2.7	110.7	11.484869					30	25.33	75.99	6.6022133		
	41	2.36	96.76	9.5239292					29	26.37	76.473	6.67015691		
	42	3.12	131.04	14.3460968					32	32	102.4	10.317308		
	42	3.25	136.5	15.114155					40	27.29	109.16	11.2682372		
	42	3.67	154.14	17.5955738					37	28.23	104.451	10.60582217		
	42	3.2	134.4	14.818748					33	30.27	99.891	9.96436697		
	42	2.6	109.2	11.273864					43	28.64	123.152	13.23649184		
	42	3.17	133.14	14.6415038					42	37.99	159.558	18.35772386		
	42	3.43	144.06	16.1776202					37	21.45	79.365	7.07697455		
	42	3	126	13.63712					33	27.25	89.925	8.56244975		
	42	3	126	13.63712					36	31.82	114.552	12.02672984		
	42	3.14	131.88	14.4642596					35	26.01	91.035	8.71859345		
	42	2.33	97.86	9.6786662					35	29.93	104.755	10.64858585		
	42	2.24	94.08	9.1469336					33	25.54	84.282	7.76864894		
	42	3.16	132.72	14.5824224					28	35.52	99.456	9.90317552		
	43	3.16	135.88	15.0269396					39	28.06	109.434	11.30678078		
	43	3.13	134.59	14.8454753					42	33.84	142.128	15.90584576		
	43	2.9	124.7	13.454249					32	24.2	77.44	6.8061848		

37	39.88	147.556	16.67040252					32	27.35	87.52	8.2251384		
46	36.72	168.912	19.67455104					31	25.32	78.492	6.95516964		
48	33.69	161.712	18.66172704					33	29.97	98.901	9.82610367		
40	34.03	136.12	15.0617004					36	29	104.4	10.599648		
38	36.94	140.372	15.65982924					33	28.65	94.545	9.21334515		
36	33.61	120.996	12.93420732					36	27.93	100.548	10.05778716		
34	32.18	109.412	11.30468604					32	21.23	67.936	5.47025712		
72	43.16	310.752	39.62718384					39	34.01	132.639	14.57202813		
66	37.85	249.81	31.0544727					32	28.94	92.608	8.94086736		
70	41.32	289.24	36.6010908					37	23.38	86.506	8.08249902		
78	47.45	370.11	47.9770737					32	25.78	82.496	7.51841232		
52	30.29	157.508	18.07035036					37	28.02	103.674	10.49752158		
53	33.33	176.649	20.76291483					33	25	82.5	7.518975		
60	32.29	193.74	23.1671058					38	36.82	139.916	15.59568372		
38	40.48	153.824	17.55212208					36	27.23	98.028	9.70329876		
44	36.71	161.524	18.63528108					34	33.57	114.138	11.96949246		
32	29.79	95.328	9.32348976					30	32.43	97.29	9.5994843		
33	29.63	97.779	9.66827193					34	23.79	80.886	7.29193362		
32	30.25	96.8	9.530556					32	33.16	106.112	10.84047504		
29	29.98	96.842	8.14383114					34	28.21	89.114	8.44838638		
47	28.06	122.436	13.19883148					30	19.98	58.94	4.3484898		
49	32.7	160.23	18.4532541					37	33.45	123.765	13.32372255		
46	38.21	175.766	20.63870322					31	28.69	88.939	8.42474913		
54	38.87	209.898	25.44005166					39	27.74	108.186	11.13222462		
51	39.75	202.725	24.43102575					38	35.43	134.634	14.85266478		
32	35.56	113.792	11.92082064					36	23.91	86.076	8.02201092		
30	36.09	108.27	11.1440409					34	24.99	84.966	7.86586722		
53	36.46	193.238	23.09648946					31	32.52	100.812	10.09492404		
59	45.87	269.453	33.81765351					36	30.58	110.088	11.39977896		
39	26.16	102.024	10.26541608					35	28.07	98.245	9.73382415		
35	24.7	86.45	8.0746215					38	22.34	84.892	7.85545764		
42	22.93	96.306	9.46106502					36	27.08	97.488	9.62733696		
50	40.55	202.75	24.4345425					30	21.15	63.45	4.8392115		
44	35.75	157.3	18.041091					42	24.03	100.926	10.11096042		
39	31.2	121.68	13.0304256					32	29.5	94.4	9.192948		
44	38.86	170.984	19.96601928					38	24.98	94.924	9.26665908		
37	33.19	122.803	13.18839801					34	31.47	106.998	10.96510866		
38	29.74	113.012	11.81109804					30	40.39	121.17	12.9586839		
35	28.01	98.035	9.70428345					30	40.59	121.77	13.0430859		
42	29.53	124.026	13.36043742					32	34.55	110.56	11.4661752		
89	31.57	280.973	35.43817191					32	36.82	117.824	12.48800208		
50	29.51	147.55	18.8695585					28	32.52	91.058	8.72254752		
48	31.84	148.484	18.81679088					30	30.88	92.58	8.9389288		
37	27	99.9	9.966633					34	28.37	96.458	9.48244686		
40	27.14	108.56	11.1848352					35	22.46	78.61	6.9717687		
44	31.93	140.492	15.67670964					36	30.43	109.548	11.32381716		
47	34.44	161.888	18.68367156					35	25.9	90.65	8.6654355		
49	40.94	200.806	24.13294602					34	28.05	95.37	9.3293979		
54	34.6	186.84	22.1984828					47	25.89	121.683	13.03084761		

56	37.08	207.648	25.12354416					43	30.99	133.257	14.65896219		
73	34.3	250.39	31.1360613					33	24.21	79.893	7.15224831		
57	28.78	164.046	18.99005062					33	38.5	127.05	13.7858235		
55	38.2	210.1	25.468467					45	25.96	116.82	12.3467694		
47	29.66	139.402	15.52337934					40	30.27	121.08	12.9460236		
58	34.66	201.028	24.19230876					34	26.36	89.624	8.52110808		
52	32.17	167.284	19.44554028					40	22.53	90.12	8.5908804		
47	26.8	125.96	13.6324932					33	26.55	87.615	8.23850205		
33	24.17	79.761	7.13367987					31	23.39	72.509	6.11354103		
44	34.46	151.624	17.24264808					35	27.78	97.16	9.5811972		
35	24.43	85.505	7.94168835					35	38.37	134.295	14.80497765		
38	28.67	108.946	11.23913382					32	24.77	79.264	7.06376688		
43	29.31	126.033	13.64276211					29	21.43	62.147	4.65591849		
44	30.22	132.968	14.61830856					35	26.54	92.89	8.9805363		
39	24.21	84.419	9.19562073					33	23.74	78.342	8.83408914		
44	35.71	157.124	18.01633308					34	24.44	83.096	7.60281432		
38	29.77	113.126	11.82713442					36	30.24	108.864	11.22759888		
50	40.61	203.05	24.4767435					35	29.18	102.13	10.2803271		
48	29.31	140.688	15.70428096					32	23.94	76.608	6.69014736		
43	31.82	136.826	15.16101342					33	29.59	97.647	9.64970349		
58	39.24	227.592	27.92906664					37	26.14	96.718	9.51902106		
52	28.56	148.512	16.80488304					43	35.96	154.628	17.66522076		
86	32.16	276.576	34.81964592					38	38.3	145.54	16.3868118		
43	18.6	79.98	7.1644866					34	29.98	101.932	10.25247444		
40	30.17	120.68	12.8897556					33	23.59	77.847	6.86443749		
49	32.05	157.045	18.00522015					36	23.14	83.304	7.63207368		
45	29.13	131.085	14.35342695					34	26.65	90.61	8.6598087		
49	32.2	157.78	18.1086126					33	30.35	100.155	10.00250385		
40	24.71	98.84	9.8175228					34	24.46	83.164	7.61237988		
40	37.72	150.88	17.1379896					36	31.55	113.58	11.8909986		
48	27.21	130.608	14.28632736					30	36.2	108.6	11.190462		
52	36.71	190.892	22.76647764					29	33.11	96.019	9.42069273		
53	33.22	176.066	20.68090422					41	27.73	113.693	11.90689431		
42	29.01	121.842	13.05321414					40	33.15	132.6	14.566542		
43	31.42	135.106	14.91906102					47	28	131.6	14.425872		
42	28.52	119.784	12.76371528					43	31.23	134.289	14.80413363		
50	35.95	179.75	21.1991325					45	33.58	151.11	17.1703437		
44	39.39	173.316	20.29406172					47	30.99	145.653	16.40270751		
39	35	136.5	15.115155					39	28.17	109.863	11.36812821		
35	27.86	97.51	9.6304317					35	19.99	69.965	5.75567655		
36	29.09	104.724	10.64522508					33	23.79	78.507	6.95727969		
40	26.08	104.32	10.5883944					40	28.53	114.12	11.9669604		
42	36.92	155.064	17.72655288					34	25.9	88.06	8.3011002		
34	31.14	105.876	10.80727692					38	29.23	111.074	11.53847958		
39	41.13	160.407	18.47815269					32	29.72	95.104	9.29197968		
42	31.44	132.048	14.48889216					43	24.75	106.425	10.88450475		
47	38.36	180.292	21.27537564					32	22	70.4	5.816868		
45	36	162	18.70224					37	27.3	101.01	10.1227767		
41	41.46	169.986	19.82563062					38	21.56	81.928	7.43851176		

**Anexo 3. Pruebas de t para Producción de Fibra por Planta por Localidad (en grs.)
suponiendo Varianzas Iguales.**

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales			Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales		
	Paredón	Sauceda		Sauceda	Jaumave
Media	17.29126715	10.5712805	Media	10.57128049	14.06309305
Varianza	54.53660228	9.27437551	Varianza	9.27437551	82.93968193
Observaciones	168	150	Observaciones	150	201
Varianza agrupada	33.19460295		Varianza agrupada	51.48945082	
Diferencia hipotética de las medias	0		Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	316		Grados de libertad	349	
Estadístico t	10.38296481		Estadístico t	-4.51005557	
P(T<=t) una cola	3.17858E-22		P(T<=t) una cola	4.43218E-06	
Valor crítico de t (una cola)	1.649689239		Valor crítico de t (una cola)	1.649232217	
P(T<=t) dos colas	6.35717E-22		P(T<=t) dos colas	8.86435E-06	
Valor crítico de t (dos colas)	1.967500793		Valor crítico de t (dos colas)	1.966782293	
Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales			Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales		
	Paredón	Est.Marte		Sauceda	Est.Marte
Media	17.29126715	10.5745817	Media	10.57128049	10.57458171
Varianza	54.53660228	18.3711967	Varianza	9.27437551	18.37119671
Observaciones	168	157	Observaciones	150	157
Varianza agrupada	37.0697191		Varianza agrupada	13.92717586	
Diferencia hipotética de las medias	0		Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	323		Grados de libertad	305	
Estadístico t	9.938209529		Estadístico t	-0.00774763	
P(T<=t) una cola	8.78518E-21		P(T<=t) una cola	0.496911705	
Valor crítico de t (una cola)	1.649584647		Valor crítico de t (una cola)	1.649864316	
P(T<=t) dos colas	1.75704E-20		P(T<=t) dos colas	0.993823411	
Valor crítico de t (dos colas)	1.967337084		Valor crítico de t (dos colas)	1.967773642	
Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales			Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales		
	Paredón	Jaumave		Jaumave	Est.Marte
Media	17.29126715	14.063093	Media	14.06309305	10.57458171
Varianza	54.53660228	82.9396819	Varianza	82.93968193	18.37119671
Observaciones	168	201	Observaciones	201	157
Varianza agrupada	70.0151199		Varianza agrupada	54.64562661	
Diferencia hipotética de las medias	0		Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	367		Grados de libertad	356	
Estadístico t	3.69063006		Estadístico t	4.430663586	
P(T<=t) una cola	0.000128804		P(T<=t) una cola	6.2612E-06	
Valor crítico de t (una cola)	1.649016212		Valor crítico de t (una cola)	1.649145815	
P(T<=t) dos colas	0.000257608		P(T<=t) dos colas	1.25224E-05	
Valor crítico de t (dos colas)	1.966450327		Valor crítico de t (dos colas)	1.966650416	

Anexo 4. Pruebas de t para Número de Líneas por Localidad, suponiendo Varianzas Iguales.

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales			Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales		
	Paredón	Sauceda		Sauceda	Jaumave
Media	57.7	89.7692308	Media	89.7692308	84.05
Varianza	335.825	1600.52564	Varianza	1600.52564	439.734211
Observaciones	5	13	Observaciones	13	20
Varianza agrupada	1284.35048		Varianza agrupada	889.072829	
Diferencia hipotética de las medias	0		Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	16		Grados de libertad	31	
Estadístico t	-1.70046302		Estadístico t	0.53839207	
P(T<=t) una cola	0.05419785		P(T<=t) una cola	0.29707576	
Valor crítico de t (una cola)	1.74588422		Valor crítico de t (una cola)	1.69551868	
P(T<=t) dos colas	0.10839569		P(T<=t) dos colas	0.59415153	
Valor crítico de t (dos colas)	2.11990482		Valor crítico de t (dos colas)	2.03951458	
Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales			Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales		
	Paredón	Est. Marte		Sauceda	Est. Marte
Media	57.7	102.2	Media	89.7692308	102.2
Varianza	335.825	443.41875	Varianza	1600.52564	443.41875
Observaciones	5	5	Observaciones	13	5
Varianza agrupada	389.621875		Varianza agrupada	1311.24892	
Diferencia hipotética de las medias	0		Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	8		Grados de libertad	16	
Estadístico t	-3.56457986		Estadístico t	-0.65234278	
P(T<=t) una cola	0.00367574		P(T<=t) una cola	0.26172116	
Valor crítico de t (una cola)	1.85954832		Valor crítico de t (una cola)	1.74588422	
P(T<=t) dos colas	0.00735149		P(T<=t) dos colas	0.52344233	
Valor crítico de t (dos colas)	2.30600563		Valor crítico de t (dos colas)	2.11990482	
Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales			Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales		
	Paredón	Jaumave		Jaumave	Est. Marte
Media	57.7	84.05	Media	84.05	102.2
Varianza	335.825	439.734211	Varianza	439.734211	443.41875
Observaciones	5	20	Observaciones	20	5
Varianza agrupada	421.663043		Varianza agrupada	440.375	
Diferencia hipotética de las medias	0		Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	23		Grados de libertad	23	
Estadístico t	-2.58642068		Estadístico t	-1.72979763	
P(T<=t) una cola	0.00862831		P(T<=t) una cola	0.04853296	
Valor crítico de t (una cola)	1.71387001		Valor crítico de t (una cola)	1.71387001	
P(T<=t) dos colas	0.01725662		P(T<=t) dos colas	0.09706592	
Valor crítico de t (dos colas)	2.06865479		Valor crítico de t (dos colas)	2.06865479	

