

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Evaluación Poblacional de *Agave lechuguilla* Torr. para Aprovechamiento
Sustentable de Ixtle en Ejido Clavellinas, Municipio de El Salvador, Zacatecas.

Por:

SANTOS OMAR ORTEGA ZAPATA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Evaluación Poblacional de *Agave lechuguilla* Torr. para Aprovechamiento
Sustentable de Ixtle en Ejido Clavellinas, Municipio de El Salvador,
Zacatecas.

Por:

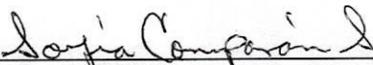
SANTOS OMAR ORTEGA ZAPATA

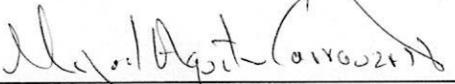
TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Aprobado por el Comité de Asesoría:


M.C. Sofía Comparán Sánchez
Asesor Principal


Biol. Miguel Agustín Carranza Pérez
Coasesor


Biol. Sergio Antonio Pérez Mata
Coasesor


Dr. José Antonio González Fuentes
Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre 2020



RESUMEN.

El objetivo del presente estudio fue la de determinar la viabilidad para el aprovechamiento sustentable de *Agave lechuguilla* Torr. En Ejido Clavellinas, municipio de El Salvador Zacatecas, en 3,183.3 hectáreas, y determinar el volumen a aprovechar para la obtención de fibra seca, todo esto bajo un marco de ordenamiento y de sustentabilidad. Se establecieron 4 áreas de estudio, igualmente llamados rodales, clasificados en el siguiente orden, rodal I 1,764.50 hectáreas, 110 muestras, rodal II, 447.50 hectáreas con 28 muestras, rodal III, 665.30 hectáreas 42 muestras, y rodal IV 306 hectáreas 19 muestras, para un total de 3,183.3 hectáreas y 199 muestras en total.

Se aplicó el Sistema de Muestreo Sistemático, que consiste en elegir un grupo de individuos o sitio de muestreo al azar, y a partir de él, a intervalos constantes se eligen los demás hasta completar la muestra (intensidad de muestreo). Se ubicaron los sitios de muestra de acuerdo a un patrón preestablecido y superficie de cada rodal, que en este caso se empleó una equidistancia entre sitios de 400 m. Se utilizaron cuerdas compensadas con radios únicos de 11.28 m para abarcar 400 m² de muestra. La compensación de los sitios circulares se utilizó en terrenos con pendientes mayores al 10%. Cada sitio fue georreferenciado en campo.

Como resultado se obtuvo que si es altamente viable el aprovechamiento racional, ordenado, todo bajo el marco de sustentabilidad, encontrándose en el rodal I, 821,583.68 kilogramos de biomasa real aprovechable para la extracción de fibra seca (al 40% de extracción), en el rodal II, 23,433.38 kg, rodal III, 37,563.71 kg, y rodal IV 17,064.60 kg, para hacer un total de 899,645.37 kg de Biomasa Real Aprovechable y 71,971.63 kg de fibra seca de Ixtle.

Palabras Clave: *Agave lechuguilla* Torr., Densidad, Biomasa, Fibra, explotación Sustentable.

DEDICATORIA.

A las personas más importantes en mi vida, que he recibido apoyo de forma constante y de manera incondicional, consejos, paciencia, sabiduría, amor, cariño, y quienes fueron pilares para concluir mi formación profesional, de llegar a esta primera meta: ¡A mis padres!

Luis Ortega Centeno.

María Zapata Moo.

Por su gran apoyo y sacrificio, este primer logro es dedicado especialmente a ustedes, ¡con mucho respeto y amor gracias!

¡A mis hijos! Kaylani y Luisito, que el presente logro les sirva de ejemplo de superación y les de la motivación de ser mejores cada día, y se den cuenta que para la vida no es de cuanto tienes y cuantos vales, que no importa cuántas veces te caigas, si no de cuantas veces te levantes para volver a intentarlo una vez más, mis pequeños, los amo.

Domy, gracias por ser la madre de mis hijos, por compartir tu tiempo con ellos y conmigo, por brindarme tu apoyo cuando lo necesite, ¡gracias!

A mis hermanos Luis y Andrés, por creer en mí, brindarme apoyo cuando lo necesité, estoy muy orgulloso de ustedes, de que sean mis hermanos, e igual para ustedes, les dedico este logro.

“Si supiera que hoy es la última vez que te voy a ver dormir, te abrazaría fuertemente y rezaría al señor para poder ser el guardián de tu alma. Si supiera que estos son los últimos minutos que te veo, diría “TE QUIERO” y no asumiría tontamente que ya lo sabes. Siempre hay un mañana, y la vida nos da otra oportunidad para hacer las cosas bien, pero por si me equivoco y hoy es todo lo que nos queda, me gustaría decirte cuanto te quiero”.

AGRADECIMIENTOS.

A mi Dios Padre, por haberme enseñado el camino del buen saber, por sus bendiciones durante toda mi vida, y por darme la oportunidad de concluir esta etapa de mi formación profesional.

A mi Alma Mater, mi amada Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por haberme formado tanto en lo profesional como personal, por haberme forjado el carácter dentro de sus aulas para enfrentar la vida sin miedos, con una mano en el corazón, digo, ¡¡Orgullo Narro!!...

A todos mis maestros del Departamento de Botánica por formarme académicamente, brindarme sus conocimientos y las herramientas necesarias para enfrentarme a los retos tanto laborales como personales.

A la Bióloga Sofia Comparán, asesor principal de esta tesis, no solo por haberme dado la oportunidad de presentar este trabajo, si no por ser una guía en mi formación profesional, personal, su paciencia, su dedicación y apoyo incondicional para dedicarle tiempo a la revisión del presente documento, ya que sin ella este proyecto no sería posible. Además de ser mi maestro, es mi asesor, quien siempre me brindo su apoyo, amistad y confianza. ¡Gracias Maestra!

A los Biólogos Miguel Agustín Carranza Pérez, y Sergio Antonio Pérez Mata y M.C. Laura María González Méndez, por ser mis maestros y ahora por tener la oportunidad de asesorarme en la revisión de la presente tesis, por sus observaciones, consejos y sugerencias para el presente trabajo, mismas que enriquecieron y fortalecieron el contenido del mismo.

A los Maestros en Ciencias, Ingeniero Efrén Carmona Peinado, y Diana López Márquez, por su valioso apoyo incondicional, amistad, pero, sobre todo, su apoyo en el trabajo de campo, revisión estadística y comentarios. ¡Gracias mis hermanos Buitres!

INDICE DE CONTENIDO.

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Justificación.....	2
II.	OBJETIVO GENERAL.....	3
III.	OBJETIVO ESPECÍFICO.....	3
IV.	HIPÓTESIS.....	3
V.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
5.1	<i>Agave lechuguilla</i> Torr.....	3
5.1.1	Morfología.....	5
5.1.2	Inflorescencia.....	6
5.1.3	Reproducción.....	6
5.1.4	Distribución y hábitat.....	7
5.1.5	Tipo de Suelos.....	8
5.2	Determinación de madurez fisiológica de la lechuguilla del desierto chihuahuense.....	9
5.3	Determinación de la Madurez Reproductiva de la Lechuguilla.....	9
5.4	Técnica de corte de la lechuguilla.....	10
5.5	Aprovechamiento de la planta.....	10
5.5.1	Extracción de fibra Ixtle.....	11
5.5.2	Tallado manual.....	12
5.5.3	Tallado mecánico.....	14
5.5.4	Usos de la lechuguilla.....	15
5.5.5	Importancia económica.....	17
VI.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
6.1	Descripción del área de estudio.....	18
6.1.1	Vías de acceso.....	19
6.1.2	Fisiografía.....	20
6.1.3	Hidrología.....	20
6.1.4	Geología.....	21
6.1.5	Topografía.....	23

6.1.6	Clima.....	24
6.1.7	Edafología.....	25
6.1.8	Vegetación.....	26
6.1.9	Matorral Desértico Rosetófilo.....	26
6.1.10	Matorral Desértico Micrófilo.....	28
6.1.11	Superficie total del área a aprovechar, Ejido Clavellinas, Municipio El Salvador, Zacatecas.....	29
6.1.12	Equipo y materiales empleados.....	30
6.1.13	Sistema de Información Geográfica (SIG).....	30
6.1.14	Estimación de las existencias reales de <i>Agave lechuguilla</i> Torr.....	31
6.1.15	Rodalización.....	31
6.1.16	Diseño de Muestreo.....	32
	A) Muestreo Aleatorio Estratificado.....	33
	B) Cuadrante con punto central.....	33
	C) Línea de Canfield ó método de la línea Transecta.....	33
	D) Muestreo Sistemático.....	34
6.1.17	Forma y tamaño de las unidades de muestreo.....	36
6.1.18	Tamaño de muestra.....	39
6.1.19	Variables evaluadas.....	40
6.1.20	Tabla de producción de Biomasa del cogollo de <i>Agave</i> <i>lechuguilla</i> Torr.....	41
VII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
7.1	Resultados estadísticos de lechuguilla por rodal.....	44
7.2	Cálculo de las existencias reales de la lechuguilla, especie de interés para el aprovechamiento.....	46
7.3	Existencias reales de biomasa y densidades promedio por sitio de muestreo.....	47
7.4	Estimación de Existencias Reales de Biomasa y Densidades Promedio/ha.....	47

7.5	Estimación de existencias reales de biomasa por áreas de aprovechamiento y totales.....	48
7.6	Estimación de existencias reales aprovechables y residuales.....	50
7.7	Plan de aprovechamiento.....	51
7.8	Conversión de la biomasa a fibra.....	52
7.9	Concentrado de existencias reales, posibilidad de aprovechamiento y el residual.....	54
VIII.	CONCLUSIONES.....	55
IX.	RECOMENDACIONES.....	56
X.	LITERATURA CITADA.....	57
ANEXO I.-	Coordenada geográfica de los rodales por aprovechar.....	63
ANEXO II.-	Coordenada geográfica de los sitios muestreados por rodal.....	68
ANEXO III.-	Cálculos estadísticos de lechuguilla por rodal.....	74

INDICE DE CUADROS.

Cuadro 1.- Cantidad de producto a obtener por rodal.....	30
Cuadro 2.- Longitud en metros del radio único utilizado en la delimitación del sitio de 400 m ² (0.04 ha), en terrenos con pendientes medidas en porcientos.....	37
Cuadro 3.- Concentrado de la superficie muestreada de la especie de <i>Agave lechuguilla</i> Torr.....	40
Cuadro 4.- Tabla de producción para estimar Biomasa del cogollo de <i>Agave lechuguilla</i> Torr.....	42
Cuadro 5.- Promedios de densidad y biomasa en kg por sitio y por hectárea en el rodal I, Ejido Clavellinas, Municipio de El Salvador, Zacatecas.....	44
Cuadro 6.- Promedios de densidad y biomasa en kg por sitio y por hectárea en el rodal II, Ejido Clavellinas, Municipio de El Salvador, Zacatecas.....	45
Cuadro 7.- Promedios de densidad y biomasa en kg por sitio y por ha en el rodal III, Ejido Clavellinas, Municipio de El Salvador, Zacatecas.....	45
Cuadro 8.- Promedios de densidad y biomasa en kg por sitio y por ha en el rodal IV, Ejido Clavellinas, Municipio de El Salvador, Zacatecas.....	46
Cuadro 9.- Valores promedio de existencias reales de biomasa y densidad por sitio de muestreo y área de aprovechamiento, Ejido Clavellinas, Municipio de El Salvador, Zacatecas.....	47
Cuadro 10.- Densidad y existencias reales de biomasa promedio por hectárea/rodal, Ejido Clavellinas, Municipio de El Salvador, Zacatecas.....	48
Cuadro 11.- Existencias reales de biomasa por área de aprovechamiento y total, Ejido Clavellinas, Municipio de El Salvador, Zacatecas.....	48

Cuadro 12.- Existencias reales de biomasa por área de aprovechamiento en “Ejido El Ojito”, Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.....	49
Cuadro 13.- Existencias reales de biomasa por área de aprovechamiento en “Ejido San Miguel”, municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.....	49
Cuadro 14.- Existencias reales aprovechables y residuales, Ejido Clavellinas, El Salvador Zacatecas.....	50
Cuadro 15.- Volumen aprovechable de lechuguilla (<i>Agave lechuguilla</i> Toor.), Ejido Clavellinas, El Salvador, Zacatecas.....	51
Cuadro 16.- Esquema de Aprovechamiento Anual de lechuguilla, Ejido Clavellinas, El Salvador, Zacatecas.....	51
Cuadro 17.- Kilogramos esperados de fibra seca por área de aprovechamiento, Ejido Clavellinas, El Salvador Zacatecas.....	52
Cuadro 18.- Kilogramos esperados de fibra seca por área de aprovechamiento en Ejido El Ojito, municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.....	53
Cuadro 19.- Resumen de existencias reales, porcentaje de aprovechamiento y residuales de <i>Agave lechuguilla</i> Torr. en el Ejido Clavellinas, Municipio de El Salvador, Zacatecas.....	54

INDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Planta de agave lechuguilla.....	4
Figura 2. Planta de <i>Agave lechuguilla</i> Torr. de 60 cm, en Ejido Clavellinas, El Salvador, Zacatecas.....	5
Figura 3. Distribución Potencial de <i>Agave lechuguilla</i> Torr.....	8
Figura 4. Cogollera y “Huajuca” para transporte de cogollo de lechuguilla.....	11
Figura 5. Tallado Manual de cogollo de lechuguilla.....	13
Figura 6. Desfibrado de las hojas de lechuguilla.....	13
Figura 7. Secado” de lechuguilla.....	14
Figura 8. Desfibrado mecánico de hojas de lechuguilla.....	15
Figura 9. Productos elaborados con ixtle de <i>Agave lechuguilla</i> Torr.....	16
Figura 10. Ubicación del Ejido Clavellinas, Municipio El Salvador, Zacatecas.....	19
Figura 11. Ubicación fisiográfica del predio, Ejido Clavellinas, Municipio El Salvador, Zacatecas.....	20
Figura 12. Hidrología del estado de Zacatecas.....	21
Figura 13. Plano geológico del origen de los tipos de roca en el predio, Ejido Clavellinas, Municipio El Salvador, Zacatecas.....	22
Figura 14. Plano de los tipos de tofoformas que predominan en el predio, Ejido Clavellinas, Municipio El Salvador, Zacatecas.....	23
Figura 15. Climas que se presentan en El Ejido Clavellinas, El Salvador, Zacatecas.....	24
Figura 16. Tipos de suelos en el Ejido Clavellinas, El Salvador, Zacatecas.....	25
Figura 17. Vegetación del Ejido Clavellinas, El Salvador, Zacatecas.....	26

Figura 18. Matorral desértico rosetófilo donde se ubica la lechuguilla.....	27
Figura 19. Matorral Desértico Micrófilo, Ejido Clavellinas, Salvador, Zacatecas...	29
Figura 20. Imagen Digital Globe del Software Google Earth Pro, donde se aprecian los sitios de muestreo a cada 400 m de distancia entre sitio..	35
Figura 21. Ubicación de los sitios de muestreo en los rodales.....	36
Figura 22. Punto de muestreo con cuerda compensada de 11.28 m.....	37
Figura 23. Unidad o Sitios circulares de Muestreo de 400 m ² , recomendados por INFyS.....	38
Figura 24. Representación esquemática del diámetro basal y de altura del cogollo de lechuguilla.....	41

1. INTRODUCCIÓN.

Agave lechuguilla Torr. aporta importantes beneficios socioeconómicos a los pobladores del área rural, ya que la extracción de su fibra ha constituido una actividad de subsistencia familiar por más de 7 décadas y representa empleos directos (Castillo *et al.*, 2013); además de las ventajas que significa la comercialización de la materia prima que de ella se obtiene, cuya transformación origina diversos productos, como cepillos para uso industrial y doméstico, entre otros; su mercado fundamental es el internacional, de tal manera que 93 % de su producción se exporta, principalmente a los Estados Unidos de América, los Países Bajos, Suiza y Honduras (Castillo *et al.*, 2011), naciones donde México es el único exportador.

La lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) es un recurso forestal no maderable, es nativo de las zonas áridas y semiáridas del sur de los Estados Unidos de América y del noreste de México (Castillo *et al.*, 2011). Su área de distribución nacional cubre una superficie aproximada de 20 millones de hectáreas, comprende los estados de Coahuila, Chihuahua, Nuevo León, Durango, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas (Castillo *et al.*, 2011).

Una de las principales actividades realizadas por los pobladores en las zonas áridas y semiáridas de México es el aprovechamiento de los recursos forestales no maderables, los cuales juegan un papel crucial como fuentes de empleo, autoconsumo y comercialización de la materia prima (Aguirre, 1983).

Tradicionalmente, la fibra de lechuguilla se obtiene del cogollo, al cual lo integran las hojas más tiernas de la planta, agrupadas en su porción central (Castillo *et al.*, 2005; Narcia *et al.*, 2012); esta fibra tiene menor lignificación, en comparación con la de las hojas laterales. En la actualidad, su aprovechamiento en el campo está relacionado con altos índices de marginación, por ello es necesario buscar nuevas alternativas para la extracción de fibra, como para la obtención de productos químicos con valor agregado, y que sería una oportunidad de elevar la calidad de

vida de los pobladores de las zonas áridas y semiáridas, donde se desarrolla esta especie y se efectúa esta actividad.

1.1 JUSTIFICACIÓN.

Al igual que muchas de las especies vegetales de las zonas áridas y semiáridas de México, la lechuguilla ha experimentado una explotación excesiva y de manera irracional lo que ha provocado que sus poblaciones naturales se hayan disminuido, a tal grado que, cada vez es más difícil obtener los productos que de ella derivan y que, además, se haya generado deterioro en los ecosistemas que habitan. Sin embargo, por ser la lechuguilla una especie de importancia económica y que en muchos de los casos se constituye como la principal y única fuente de ingresos de miles de familias que habitan las zonas desérticas de la zona norte de México, se han realizado acciones para lograr un mejor aprovechamiento que involucran desde metodologías para la evaluación y manejo bajo condiciones naturales, hasta su domesticación a través de técnicas para el establecimiento y manejo agronómico de plantaciones comerciales (Martínez, *et al*, 2011). Sin embargo, el potencial aprovechable de la lechuguilla se desconoce por la forma de explotación y la falta de una metodología cuantificable, debiendo ser esta la base de la planificación de los programas de aprovechamiento, (Avilés y Torres, 1991).

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS, 2003) y su reglamento establecen que, para otorgar permisos de aprovechamiento para la explotación forestal sustentable para cualquier comunidad vegetal, previamente deben hacerse estudios técnicos para conocer las existencias reales y establecer un sistema de aprovechamiento.

El Estado de Zacatecas ocupa el 6to. Lugar a nivel nacional en la producción del ixtle, mediante el tallado manual y mecanizado derivado de las poblaciones naturales de ***Agave lechuguilla*** Torr. (SAGARPA, 2009).

El área de estudio se encuentra en el Ejido Clavellinas, Municipio de El Salvador, Zacatecas; en esta localidad no existe algún estudio de esta naturaleza para determinar el volumen de aprovechamiento del producto en mención, ni mucho

menos se ha estimado el potencial de producción de fibra seca de ***Agave lechuguilla*** Torr. razón por la cual se concentran recursos tanto económico como humano para la realización del presente trabajo, con el objetivo de evaluar la biomasa de ***Agave lechuguilla*** Torr. en los rodales en estudio y determinar el volumen de aprovechamiento de forma sustentable.

II. OBJETIVO GENERAL.

- Realizar una evaluación poblacional de ***Agave lechuguilla*** Torr., para determinar el volumen de biomasa para extraer ixtle en Ejido Clavellinas, Municipio de El Salvador, Zacatecas.

III. OBJETIVO ESPECÍFICO.

- Estimar el volumen de Biomasa Real Aprovechable por cada rodal en estudio.
- Estimar los kilogramos de fibra seca de ixtle a extraer por cada rodal.
- Estimar el volumen total de Biomasa Real Aprovechable en kilogramos a aprovechar.
- Estimar el volumen total en kilogramos de fibra de ixtle a aprovechar.

IV. HIPÓTESIS.

Por la ubicación geográfica de la comunidad de Ejido Clavellinas, Municipio de El Salvador, Zacatecas, y la superficie de los rodales propuestos, es muy probable que resulte positivo el presente estudio de aprovechamiento de ***Agave lechuguilla*** Torr.

V. REVISIÓN DE LITERATURA.

5.1 ***Agave lechuguilla*** Torr.

El nombre científico de la especie en cuestión es ambiguo, mientras algunos autores la refieren como *Agave lechuguilla* otros la escriben como *Agave lecheguilla*. Ambas formas son sinónimos y se usará *Agave lechuguilla* como nombre científico de la *lechuguilla* (Figura 1), debido a que es el nombre asignado por **The International Plant Names Index** (Proporciona información de nomenclatura, ortografía, autor,

tipos y primer lugar y fecha de publicación para los nombres científicos de plantas vasculares desde la familia hasta los rangos intraespecíficos).



Reino:	<i>Plantae</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Liliopsida</i>
Subclase:	<i>Liliidae</i>
Orden:	<i>Asparagales</i>
Familia:	<i>Agavaceae</i>
Género:	<i>Agave</i>
Especie:	<i>lechuguilla</i>

Figura 1. Planta de agave *lechuguilla*.

En México su área de distribución alcanza una superficie aproximada a los 20 millones de hectáreas, que corresponden al 10 % del territorio nacional, abarcando los Estados de Coahuila, Tamaulipas, Nuevo León, San Luis Potosí, Zacatecas, Durango y Chihuahua. En el centro y sur del país las poblaciones naturales se localizan específicamente en los Estados de Hidalgo, México y Oaxaca, (Castillo *et al.*, 2011).

Es una planta nativa de las zonas áridas y semiáridas de México y algunas partes del sur de los Estados Unidos de Norteamérica, considerada como uno de los recursos forestales no maderables con mayor valor socioeconómico de las zonas áridas y semiáridas del Noroeste de México. Es utilizada por el material que se extrae de las hojas denominado fibra o ixtle desde hace aproximadamente 8000 años. Actualmente el aprovechamiento de esta especie representa una de las principales actividades debido a que su recolección proporciona el ingreso económico de 31,000 familias de los pobladores en esas regiones, (Reyes *et al.*, 2000 y Narcia *et al.*, 2012).

Su desarrollo no está limitado a una exposición especial, sin embargo, en la zona Norte se ha obtenido los mejores rendimientos de fibra por cogollo (Berlanga *et al*, 1992). Se desarrolla con mayor vigor en suelos pedregosos, pobres en materia orgánica y con pendiente pronunciada. (Villarreal y Maiti, 1989).

5.1.1 Morfología.

El *Agave lechuguilla* Torr. es una planta pequeña, sin tallo que sus hojas crecen formando una roseta, de unas 11 a 30 hojas en promedio por planta, la planta mide 30 a 40 centímetros de ancho y de 20 a 70 centímetros de alto, (Dewey, 1965; Freeman y Reid, 1985; Magallán, 1998; Rzedowsky, 1964), sus raíces son fibrosas, delgadas y largas, se distribuyen a una profundidad de 8 a 12 centímetros del suelo (Nobel y Quero, 1986).

Las hojas maduras miden de 25 a 50 centímetros de alto y de 2.5 a 6 centímetros de ancho, de forma lanceolada, de color verde claro hasta un amarillo verdoso, con 8 a 20 espinas y de 2 a 7 mm, de color castaño o gris claro, y se separan entre si de 1.5 a 4 cm, (Berlanga *et al*, 1992a, Dewey, 1965, Sheldom, 1980).

Pero en algunas localidades, se han encontrado con plantas adultas que llegan a tener hasta 50 hojas, hasta 70 centímetros de altura como las localizadas en la región lagunera en Torreón Coahuila. Las hojas se forman a partir de la yema apical conformando un cono apretado, al que se le denomina “cogollo”, formado por hojas jóvenes enrolladas sobre el eje central.



Figura 2. Planta de *Agave lechuguilla* Torr. de 60 cm, en Ejido Clavellinas, El Salvador, Zacatecas.

De la yema apical se origina el escapo floral que recibe nombres como quiote, mequite, garrocha, bohordo, que pueden llegar alcanza hasta 6 m de alto y 5 cm de diámetro, suave y verde cuando joven, leñoso y café cuando madura y se seca (Berlanga *et al*, 1992^a, Dewey, 1965, Magallán, 1998, Rzedowsky, 1964 y Sheldom, 1980). La planta madura aproximadamente a los 6 – 7 años.

5.1.2 Inflorescencia.

Las flores son hermafroditas y tienen pedicelos de 2 a 5 cm, agrupadas por pares o triadas, protegidas por brácteas fuertes de color verde-amarillento o rojizo, perianto de seis piezas, seis estambres y ovario ínfero trilobular. El fruto es de color castaño a negro, capsular, trilobular, oblongo, de 1.5 a 2.5 cm de longitud por 1.0 a 1.8 cm de ancho, sésil o con pedicelos muy cortos, terminando en un aguijón pequeño en el ápice. Las semillas por fruto son numerosas, planas y brillantes, de 4.5 a 6 mm de longitud por 3.5 a 4.5 mm de ancho, con hilo pequeño y costillado y alas alrededor del lado curvo (Berlanga *et al*, 1992^a y Flores, 1986).

5.1.3 Reproducción.

La floración de *Agave lechuguilla* Torr. ocurre en los meses de mayo y junio, en los años muy secos puede darse en los meses de octubre a noviembre. Cuando florecen las plantas tienen 51 hojas en promedio, (de 42 a 69) (Freeman y Reid, 1985). En la mayoría de los casos el escapo floral se desarrolla totalmente en 25 días, y su mayor crecimiento se logra en los primeros 10 días, y es de aproximadamente 20 cm/día.

Las flores están abiertas por 96 horas, las anteras tienen polen disponible durante 24 horas después de la antesis, y aunque el estigma es receptivo hasta las 66 horas, si es posible la auto fertilización (Freeman y Reid, 1985).

Al final de la etapa reproductiva son comunes los individuos con escapos que contiene gran cantidad de semillas viables, aunque las semillas carecen de letargo, la germinación es óptima con temperaturas de 25° a 35 °C; la germinación se reduce drásticamente con menos de 10°C y más de 40°C (Freeman, 1973; Freeman *et al*, 1977).

La lechuguilla se reproduce sexual y casi siempre de manera asexual como la mayoría de las agaváceas, mediante brotes de las raíces que para ese propósito forman rizomas, llamados vástagos, hijastros, retoños o hijuelos, la reproducción continúa con los hijuelos; excepcionalmente se reproducen por semilla. Así, la lechuguilla forma densos grupos de plantas, lo que en ocasiones dificulta transitar por los lechuguillales (Freeman y Reid, 1985). Diversos autores señalan que la densidad en poblaciones silvestres de lechuguilla es muy variable, se han registrado densidades de hasta 77,000, 56,000, 28,000, 21,000 y 4,300 plantas por hectárea; siendo las más frecuentes entre 21,000 y 28,000 individuos por hectárea. Para llegar a madurar sexualmente la planta necesita de 4 hasta 15 años dependiendo de las condiciones edáficas y climatológicas (Reyes *et al*, 2000).

Con base en la experiencia de los autores, recopilada en investigación de campo directamente con los productores, aprovechando el cogollo sin dañar la yema apical, la vida de la planta puede ser aún mayor a 20 años (Sheldom, 1980), considerando además que la planta forma hijuelos por brotes de raíz. Terminando su ciclo después de florecer y fructificar (Reyes *et al*, 2000).

5.1.4 Distribución y hábitat.

La lechuguilla es tal vez la agavácea con distribución más amplia. Es una de las plantas más comunes del Desierto Chihuahuense. Se ha identificado en los estados de Texas, Nuevo México y Arizona en Estados Unidos de América (FAO, 2000). En México, está presente en cerca de 20 millones de hectáreas en los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Durango, Zacatecas, (Nobel, 1998; Narcia *et al*, 2012). En menor proporción San Luis Potosí, Hidalgo, Querétaro y el estado de México, algunos autores incluyen a Oaxaca, (FAO, 2000: Castillo *et al*, 2011) y recientemente se han descubierto pequeñas poblaciones al sur del estado de Puebla.

Se le reporta desde 200 hasta 2,400 msnm, en la región denominada altiplanicie mexicana y zonas adyacentes (Mayorga *et al*, 2004: Castillo, 2008: Reyes y Aguirre, 1999) mientras que para Rzedowsky (1978) esta especie está presente en

la altiplanicie y planicie del Noroeste de México (figura 3). Es una especie relevante en el matorral desértico rosetófilo, asociándose principalmente con *Hechtia*, *Dasyllirion*, *Yucca* y *Agave striata*, *Jatropha* y *Euphorbia antisiphilitica* (Nobel *et al.*, 1988; Rzedowsky, 1978; Reyes *et al.*, 2000; Berlanga *et al.*, 1992b).

5.1.5 Tipo de Suelos.

La lechuguilla prospera en localidades de suelos calcáreos, litosoles, aunque también se le reporta en menor medida en suelos de origen volcánico. Crece bien en terrenos secos, áridos y montañosos, en suelos con profundidades menores de 10 cm y pH de 7.7 y hasta 8.5. La precipitación típica en las regiones donde crece la lechuguilla va de 200 a 500 mm anuales. La fórmula climática típica para regiones donde está presente es BWh, el clima más árido de los secos, templado, con verano cálido, precipitación anual de 150 a 400 mm y con rangos de temperatura que van desde -3 a 30° C y extremas de -8 a 44° C (Berlanga *et al.*, 1992; Blando y Baca, 2001). Se adapta mejor en suelos coluviales someros de sierras y lomeríos, pedregosos, de origen calizo, con pH de 7.2 a 8.5 con drenaje moderado (Martínez *et al.*, 2011). Resiste sequías por varios años y aún inundaciones; soporta la nieve, escarchas leves y en ocasiones fuertes heladas. Se menciona que puede desarrollarse en climas tropicales si el suelo presenta buen drenaje.

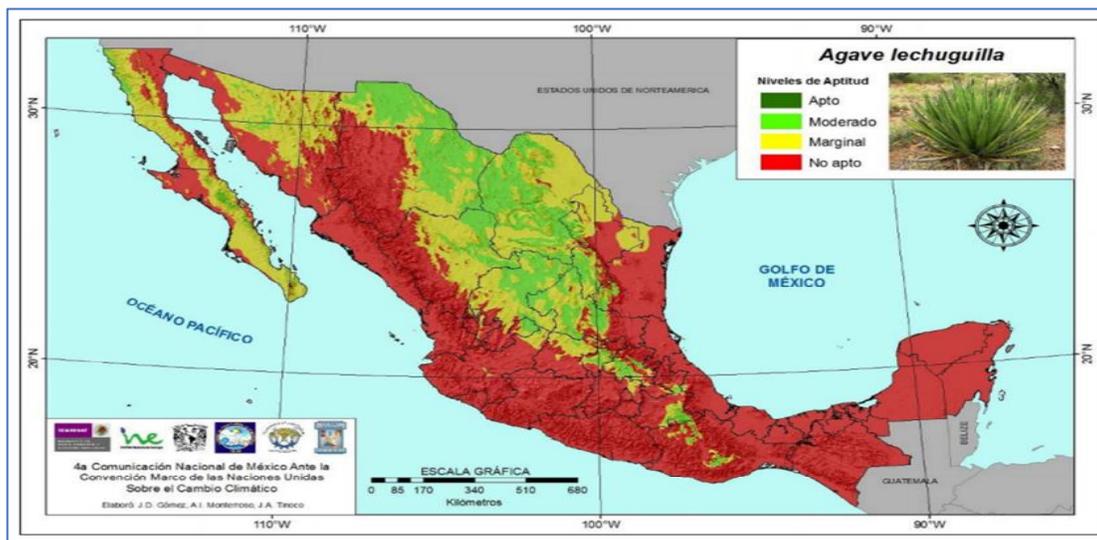


Figura 3. Distribución Potencial de *Agave lechuguilla* Torr.

La densidad de población es variable, se encuentran desde los 430 hasta las 56,000 plantas /ha, pero el promedio es de 21,000 a 28,333 plantas/ha (Reyes *et al*, 2000).

Morfológicamente las plantas cambian a lo largo del gradiente longitudinal, así los individuos del Sur son significativamente más grandes que los del Norte, y alométricamente, las plantas del Sur, al ser más grandes producen inflorescencias más largas y con más flores, y van haciéndose gradualmente más cortas conforme se distribuyan más al Norte (Eguiarte y Sousa, 2007).

5.2 Determinación de Madurez fisiológica de la *Lechuguilla* del desierto Chihuahuense.

Para el propósito del presente proyecto, se considera plantas con dimensiones mínimas de aprovechamiento de 30 cm de altura y 30 mm de diámetro del cogollo, aunque una planta se considera aprovechable a partir de una altura mínima de 25 cm según lo establece la Norma Oficial Mexicana (NOM-008-SEMARNAT-1996), cuando hayan alcanzado la madurez fisiológica entre los 4 y 6 años. Se puede afirmar que las plantas que han alcanzado estas dimensiones se encuentran en Madurez de Cosecha (Berlanga *et al*, 1992). De preferencia debe aprovecharse la planta de lechuguilla antes de que ocurra su floración, con lo cual la misma planta termina su ciclo productivo. Para el corte del cogollo se deberá utilizar la herramienta adecuada, evitando dañar la zona de crecimiento terminal y los hijuelos (Berlanga *et al*, 1992).

5.3 Determinación de la Madurez Reproductiva de la *Lechuguilla*.

La madurez sexual en este tipo de planta se presenta entre los 9 y 12 años, tiempo en el cual desarrolla el escapo floral en el que se forma el fruto y la semilla. Después de florecer, la planta se seca y muere (Freeman y Reid, 1985).

Una característica de la planta es que, al aprovecharse el cogollo con regularidad, se puede prolongar su vida por un período de 5 o 6 años más (Reyes *et al*, 2000).

Como una estrategia de supervivencia, la planta presenta reproducción asexual que se da después de las lluvias y se manifiesta por la presencia de hijuelos alrededor de la planta madre (Freeman y Reid, 1985).

5.4 Técnica de corte de la lechuguilla.

Para la cosecha de la planta en poblaciones naturales se requiere que el cogollo tenga una altura mínima de 25 cm para obtener una cantidad de fibra favorable (SEMARNAT, 2008). En plantaciones comerciales, la cosecha se puede iniciar al segundo año del establecimiento, y a partir del primer corte, pueden transcurrir entre 8 y 10 meses para que se pueda cortar año con año, esto depende del ecotipo que se haya seleccionado (Castillo *et al.*, 2012).

Para la colecta del cogollo en plantaciones se emplea una herramienta rústica conocida como “cogollera” (Figura 4), y se usa en forma tradicional para el corte del cogollo (Berlanga *et al.*, 1992); esta herramienta tiene un aro o anillo de metal unido a una vara o pértiga de madera. Para el corte del cogollo, la cogollera se introduce al mismo y, mediante un movimiento ondulatorio hacia delante y atrás se desprende de la planta (Castillo *et al.*, 2012).

5.5 Aprovechamiento de la planta.

Los cogollos se depositan en una “huajaca” o “huacal” (Figura 4), utensilio que consiste en un recipiente elaborado de varas de mimbre, gobernadora u otro material vegetativo presente en el área, de manera que formen una armazón y los espacios entre éstos son tejidos como red, formando una bolsa de almacenamiento con capacidad de más de 20 kg de cogollo. En un solo día, un productor puede reunir cuatro “huajacas” grandes repletas de cogollos de 40 a 50 kg cada una (Castillo *et al.*, 2012).



Figura 4. Cogollera y “Huajuca” para transporte de cogollo de lechuguilla.

Para el traslado de cogollos al centro de transformación para su tallado, se utilizan los “Huacales” o “Redes”, especialmente si la extracción se realiza en forma manual. Para el transporte de mayores cantidades de cogollos, se emplean vehículos automotrices, carruajes o “guayines” acondicionados con llantas de hule y estirados por animales de carga para llevar la materia prima a los centros de acopio donde se realiza el tallado a máquina o en tallanderías rústicas que los talladores improvisan para hacer el aprovechamiento del cogollo de lechuguilla (Castillo *et al.*, 2012).

5.5.1 Extracción de fibra Ixtle.

Existen dos métodos para la extracción de la fibra de lechuguilla: tallado a mano y tallado a máquina. Actualmente, en el Estado de Coahuila, con el empleo de máquinas desfibradoras se ha hecho más eficiente la obtención de fibra. El desfibrado mecánico ha desplazado en forma considerable al tallado manual, ya que demanda un menor esfuerzo físico en el desfibrado, aumenta la producción y por consiguiente se obtienen mayores ingresos económicos en un menor tiempo (Castillo *et al.*, 2012).

Sin embargo, en otras regiones del país, como en el Municipio de Jaumave, Tamaulipas, el tallado manual tradicional todavía es el método más común de extracción de fibra (Castillo *et al.*, 2005).

5.5.2 Tallado manual.

Para el desfibrado manual, el productor selecciona un sitio donde iniciará la construcción de una media sombra para protegerse de la insolación directa y de las altas temperaturas que imperan en estas áreas. La construcción rústica de la media sombra se realiza con varas y ramas de algún arbusto (principalmente mimbre y gobernadora, presentes en estos ecosistemas); posteriormente se inicia la instalación de la “tallandería”, que consiste básicamente en el uso de utensilios tradicionales como el tallador (cuchillo sin filo), banco y “bolillos” (Castillo *et al.*, 2012).

Una vez construida la media sombra, el tallador se articula a un tronco o estaca suficientemente grueso y firmemente clavado al suelo, y con la ayuda de un trozo de madera llamado banco se inicia el desfibrado de las hojas (Castillo *et al.*, 2012).

Una vez terminada la tallandería rústica, se toma el cogollo y se procede a separar las hojas de mayor dimensión y de fibra adecuada (hojas tallables) y se desechan aquellas más tiernas y de menor tamaño localizadas al centro del cogollo. Regularmente, de un cogollo se obtiene de 6 a 8 hojas tallables. La maniobra del tallado consiste en separar la fibra de la parte carnosa o parénquima de la hoja (Figura 5). Para el tallado o desfibrado de las hojas se utiliza el tallador, un utensilio puntiagudo y sin filo. El proceso consiste en hacer presión sobre las hojas y tallar contra el trozo de madera (banco), así se separa el tejido o “guishe” de la fibra, lo que se conoce comúnmente como “despunte” (Zamora *et al.*, 2007; Castillo *et al.*, 2012).



Figura 5. Tallado Manual de cogollo de lechuguilla.

Cuando la operación se ha hecho en unas ocho pencas, se juntan las fibras y se enredan en un cilindro que se conoce como “bolillo”, para proceder a tallar una por una todas las partes troncales del cogollo, es decir, la base de la hoja; este último proceso se conoce como “destronque” (Zamora *et al*, 2007: Castillo *et al.*, 2012).



Figura 6. Desfibrado de las hojas de lechuguilla.

Finalmente, la fibra se extiende en capas delgadas y se deja secar al sol por un periodo de 2 a 3 horas (Figura 7). Con este método de extracción, un productor obtiene aproximadamente 6 kg de fibra en una jornada de 8 horas (Castillo *et al.*, 2012).



Figura 7. “Secado” de *lechuguilla*

5.5.3 Tallado mecánico.

La extracción mecánica de la fibra de lechuguilla se inició en la década de los setenta, con las primeras máquinas “ripiadoras”, cuyo diseño consistía en un tambor macizo de madera con clavos, que funcionaba con energía eléctrica (Mayorga *et al.*, 2004).

Las máquinas desfibradoras eléctricas que se utilizan en la actualidad, difieren muy poco de los primeros prototipos (Mayorga *et al.*, 2004). El cilindro de madera recientemente ha sido sustituido por un tambor metálico, con clavos de una pulgada incrustados. Estas máquinas son financiadas con programas gubernamentales o en ocasiones arrendadas por empresas comercializadoras de la fibra.

Para lograr el desfibrado de las hojas, los cogollos se introducen por un hueco de una caja, donde se encuentra girando el rodillo. En este proceso los clavos van separando los tejidos de la fibra. Los cogollos se meten en la máquina en un sentido y en otro, primero las puntas y luego la base del cogollo (Figura 8). En ciertos casos hay pérdida en el producto final, debido a que, en el proceso de desfibrado, la fibra se mezcla con el “guishe” (Castillo *et al.*, 2012).



Figura 8. Desfibrado mecánico de hojas de lechuguilla.

El tallado mecánico o con máquina tiene ventajas y desventajas para la comercialización de la fibra. Un aspecto negativo es la menor calidad de la fibra, tanto por el maltrato mecánico que sufre por los clavos, como por una mayor cantidad de residuos orgánicos que quedan adheridos a ella. Además, la fibra se mancha durante el proceso de desfibrado y no seca en forma uniforme. Al reducir la calidad, se disminuye también el precio de venta. Sin embargo, con el desfibrado a máquina, el productor puede tallar mayor cantidad de fibra, con menor esfuerzo por jornada, lo que repercutirá (en función del volumen) en mayores ingresos económicos (Castillo *et al.*, 2012). Todo el mecanismo, conocido como Máquina Talladora, es accionado por un motor eléctrico, con capacidad de 1.5 a 3.0 caballos de fuerza y un sistema de bandas y poleas.

Con este método de tallado, el productor puede obtener, dependiendo del material colectado, hasta 100 kg de fibra en ocho horas de trabajo, contra sólo 6 kg que resultan con tallado manual (Castillo *et al.*, 2012).

5.5.4 Usos de la lechuguilla.

La fibra de lechuguilla es conocida como “ixtle” y “fibra Tampico” (Tampico fiber), por sus características y particularidades únicas, en la actualidad no existe algún sustituto sintético y dado por su versatilidad y bajo costo, ya que es una excelente fuente de fibra dura, del alta resistencia y durabilidad, es altamente resistente a

solventes químicos, calor, ácidos y productos abrasivos, como ácidos diluidos y concentrados, alcoholes destilados de petróleo, altamente resistente al agua a altas temperaturas, (exposición continua de hasta 150°C) (Castillo *et al*, 2005).

El uso más importante de la lechuguilla, casi exclusivo, es para obtener fibras. Sin embargo, también se registran investigaciones para otros usos como la obtención de fitoquímicos a partir de extractos de residuos del tallado de *Agave lechuguilla* Torr. comúnmente llamado “guishe” por parte de la empresa “Biorganix Mexicana S.A. de C.V.” en Ramos Arizpe, Coahuila.

Sin una transformación más allá de su limpieza, se le emplea para la fabricación de tejidos para costales, lomerías, gamarras, cubiertas para pacas de algodón, tapetes, también cordeles y una amplia variedad de artesanías y productos de jarciería. Estos productos son elaborados tanto en empresas nacionales como internacionales. De la raíz y del tallo se obtienen productos que se emplean en la fabricación de jabones. El jugo de las hojas se puede utilizar como detergente y en la fabricación de jabones y champú. También se registra su uso para la extracción de esteroides. Otros usos reportados son como embalaje, relleno de muebles (asientos de vehículos), fabricación de brochas, cepillos y filtros, así como productos abrasivos suaves para pulimento y limpieza (Figura 9) (Cruz *et al*, 1985: Maiti, 1995: Castillo *et al*, 2005: Castillo, 2008: Pando *et al*, 2008). Como infusiones para lavar heridas, las flores son comestibles, las inflorescencias se usan como alimento de las cabras, o seco para la construcción, o como simple leña (Gómez *et al*, 2010).



Figura 9. Productos elaborados con ixtle de *Agave lechuguilla* Torr.

La fibra también se ha ensayado para el reforzamiento de estructuras en la construcción (Juárez *et al*, 2004). De igual forma señalan que existe la posibilidad de obtener celulosa de la fibra de la lechuguilla, ya que contiene cantidades considerables de celulosa y hemicelulosa.

5.5.5 Importancia económica.

En México, hay referencia que 7 Estados aprovechan *Agave lechuguilla* Torr. para la producción de fibra o “ixtle” los cuales son: Nuevo León, San Luis Potosí, Coahuila, Tamaulipas, Zacatecas, Durango e Hidalgo. El Estado de Coahuila tiene un permiso para producir 6,732 ton de ixtle de lechuguilla por año (SEMARNAT, 2008).

La producción de fibra de una planta de lechuguilla es de 8 a 12 % de su peso y si se talla únicamente el cogollo sólo se obtiene una sexta parte de la fibra que se obtendría al utilizar toda la corona, sin embargo, la fibra de mejor calidad se obtiene del tallado del cogollo por lo que es más recomendable ya que es el método de aprovechamiento más adecuado para la conservación del recurso.

Agave lechuguilla Torr. Representa una fuente de ingresos para aproximadamente 20,000 recolectores que mediante tallado manual obtienen en promedio 1.87 kg de fibra seca por hora, y en tallado mecánico llega de 15 a 18 kg de fibra seca por hora (Reyes *et al*, 2000). Combinan el tallado de la lechuguilla con otras actividades como es la colecta de la cera de candelilla, orégano, cortadillo, mezquite y con actividades como la agricultura de temporal y la ganadería (Castillo y Sáenz, 2005; Berlanga *et al.*, 1992b).

La fibra de la lechuguilla se ha empleado desde tiempos muy remotos en las zonas áridas y semiáridas de México y en la actualidad es una fuente de ingresos importante para los habitantes de esas regiones (Castillo *et al*, 2005). Hay evidencias arqueológicas que muestran su uso en el año 8,000 A. C.; en excavaciones realizadas en Cuatro Ciénegas, Coahuila, se encontraron sandalias confeccionados con fibra de ixtle.

Por mucho tiempo el uso de la fibra fue local, pero a partir del siglo XIX se comercializa ampliamente, aunque con altibajos en su demanda. En la actualidad la mayor parte de la producción se destina a la exportación.

El principal mercado de la fibra de lechuguilla es el internacional, ya que 93% de la producción nacional se exporta, principalmente, a Estados Unidos, Canadá, Holanda, Alemania, España, Francia, Suiza, Japón, América Central, y algunos países de América del Sur (Mayorga *et al*, 2004)

Un producto nuevo es la “Raicilla”, es una bebida alcohólica, producto del destilado del *Agave lechuguilla* Torr. A su alrededor se han creado una serie de mitos inverosímiles que han estimulado la imaginación de quienes la consumen y han envuelto a este licor en un halo de contravención e ilegalidad. En el caso particular de la “Raicilla” elaborada en el Ejido El Cuale, Jalisco, se vende en \$100.00 el litro y se comercializa a nivel regional en Puerto Vallarta, Mascota y Talpa. Su producción es de aproximadamente tres mil litros al año (Zamora *et al*, 2007).

VI. MATERIALES Y MÉTODOS.

6.1 Descripción del área de estudio.

El Ejido Clavellinas se encuentra en el municipio de El Salvador, Estado de Zacatecas y específicamente se localiza entre las coordenadas 24° 22´ 37.96” N y 100° 53´ 55.37” O (Figura 10) y a una altura sobre el nivel del mar de 1, 846 msnm (INEGI 2004, INEGI 2005).

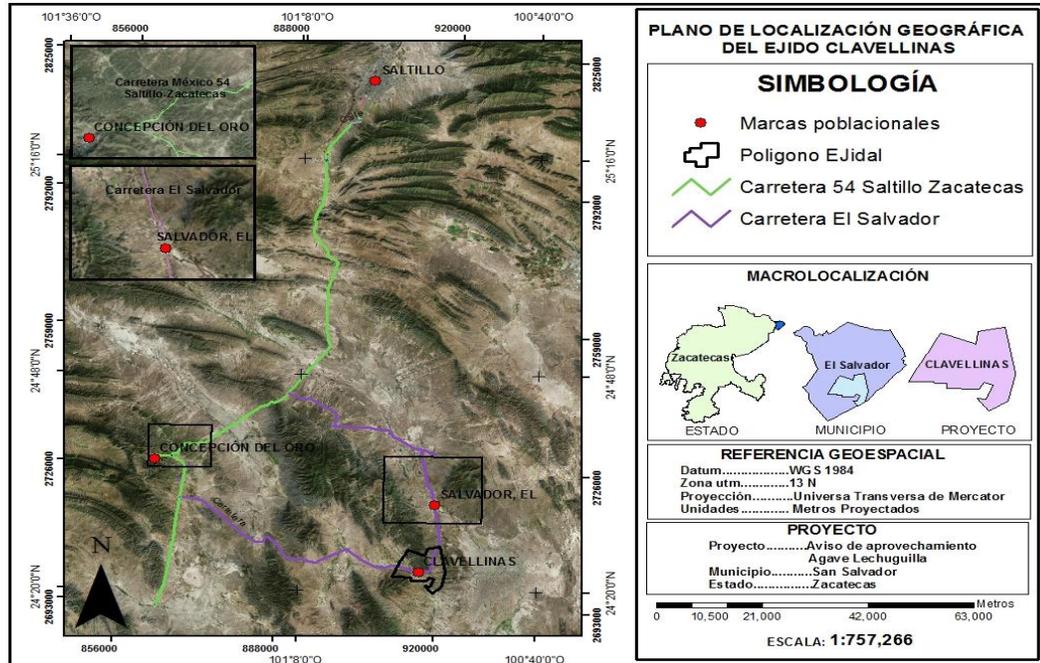


Figura 10.- Ubicación del Ejido Clavellinas, Municipio El Salvador, Zacatecas.

6.1.1 Vías de acceso.

El acceso al Ejido Clavellinas, Municipio de El Salvador, Zacatecas, es a través de la carretera federal N° 54 (Saltillo-Zacatecas) y a 11 km de la ciudad de Concepción del Oro, Zacatecas, se localiza el entronque al poblado El Salvador, de ahí se recorren 58 km para llegar donde se ubica El Ejido en mención.

6.1.2 Fisiografía.

El Estado de Zacatecas está representado por cuatro provincias fisiográficas de México (Figura 11), las cuales son las siguientes: Sierra Madre Oriental, Mesa del Centro, Sierra Madre Occidental, Eje Neo volcánico. El predio denominado: Ejido Clavellinas, del Mpio. de El Salvador, Zacatecas se ubica dentro en la Provincia Sierra Madre Oriental y las Subprovincias Sierras Transversales y Sierras y llanuras occidentales.

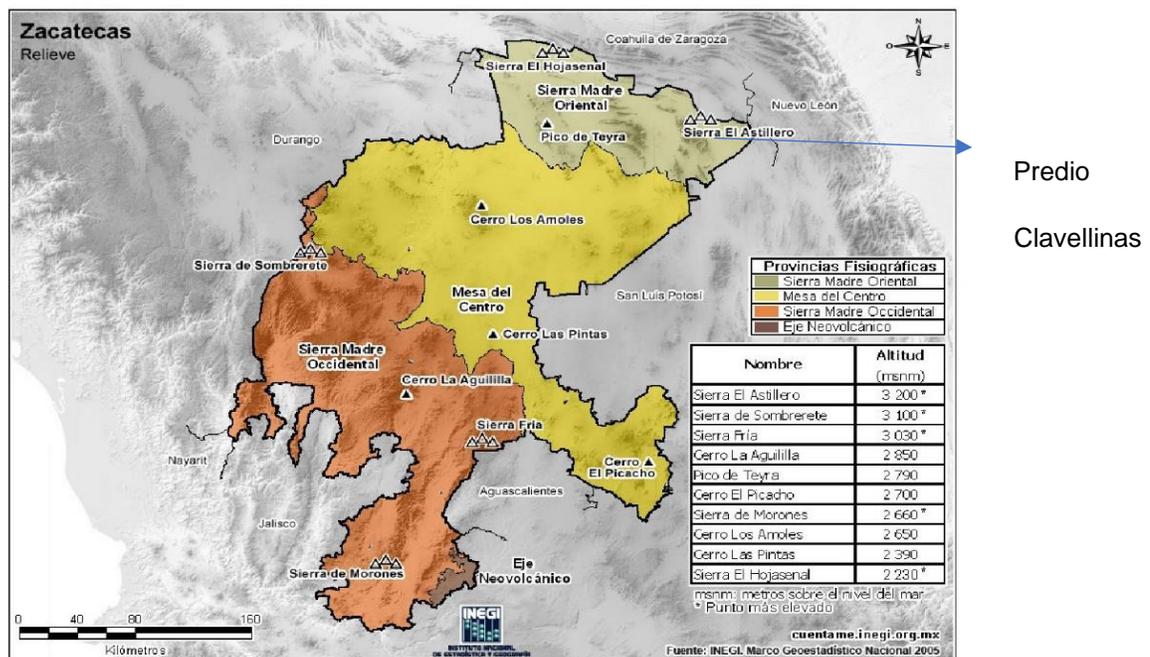


Figura 11. Ubicación fisiográfica del predio, Ejido Clavellinas, Municipio El Salvador, Zacatecas.

6.1.3 Hidrología.

El Ejido se ubica dentro de la Región Hidrológica 37 “El Salado”, cubre el 40.67% de la superficie estatal, abarcando parte del centro, el noreste y el este de la entidad. Es una vertiente interna de cuencas cerradas, que se caracterizan por la presencia de corrientes temporales poco caudalosas y de cursos reducidos, que desaparecen

en las llanuras por la filtración y la evaporación. Las cuencas de esta región hidrológica y la porción del territorio estatal que cobijan son: Fresnillo-Yesca (16.09%), Camacho-Gruñidora (10.95%), San Pablo y Otras (6.85%), Sierra de Rodríguez (5.38%), Matehuala (1.3%) y Presa San José-Los Pilares y Otras (0.10%) (Figura 12).

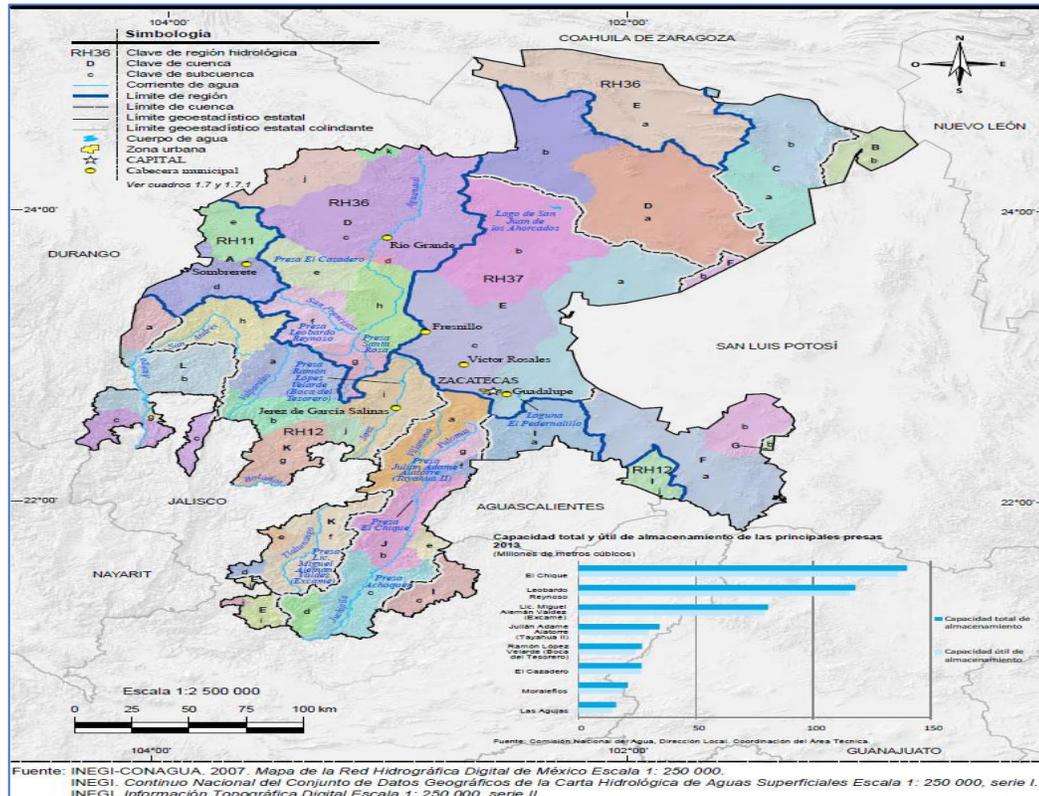


Figura 12.- Hidrología del estado de Zacatecas.

6.1.4 Geología.

A finales de período Cretácico y principios del Terciario, la máxima deformación orogénica conocida como Revolución Laramide, provocó la formación de la Sierra Madre Oriental constituida por pliegues anticlinales y sinclinales estrechos, además de fallas inversas; tales estructuras tienen ejes orientados en dirección paralela a lo largo de la sierra (Noroeste-Sureste).

Durante el Cenozoico continúan los levantamientos y el retiro de los mares, llegándose en forma definitiva la Sierra Madre Oriental. Esta limita al sur con la Mesa del Centro, el relieve estructural original fue creado principalmente por fenómenos de vulcanismo terciario, que dieron a esta región, características de una altiplanicie petroclástica, sobrepuesta a un basamento antiguo de rocas sedimentarias mesozoicas.

La altiplanicie fue modificada por el desarrollo de fallas de gravedad, creando un relieve de montañas en bloque, bordeadas por valles tectónicos parcialmente rellenos, que muestran rasgos de depositación como son los abanicos aluviales alojados al pie de la serranía (Figura 13). Estos abanicos aluviales al igual que la altiplanicie, presentan superpuestas pequeñas mesetas lávicas.

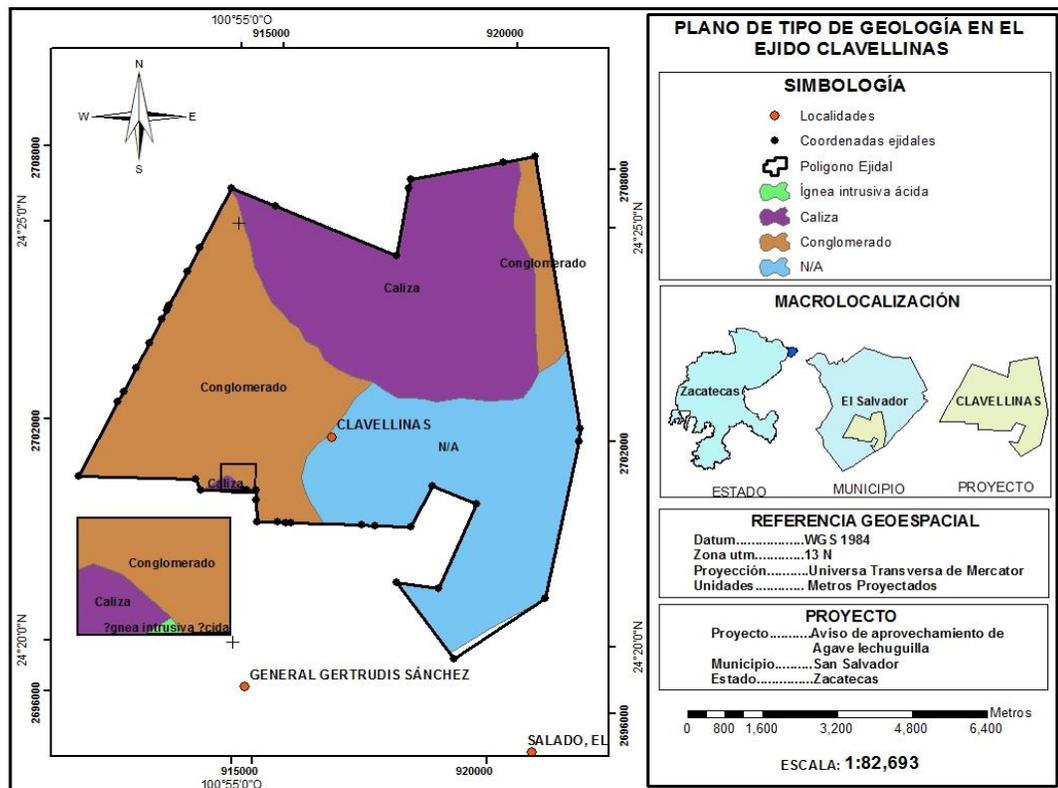


Figura 13.- Plano geológico del origen de los tipos de roca en el predio, Ejido Clavellinas, Municipio El Salvador, Zacatecas.

En la Provincia de la Sierra Madre Oriental existen en actividad importantes distritos mineros los cuales son: Concepción del Oro, Mazapil y Melchor Ocampo todos pertenecientes al Estado de Zacatecas. Se extraen sulfuros de oro, plata y cobre, además se detectan molibdeno y tungsteno.

6.1.5 Topografía.

La topografía presente en el Ejido clavellinas se refiere a tres tipos de topoformas; Sierra, llanura y bajada, esto de acuerdo a la información cartográfica del INEGI que se presenta en la figura 14.

Plano de los tipos de topoformas dominantes en el predio.

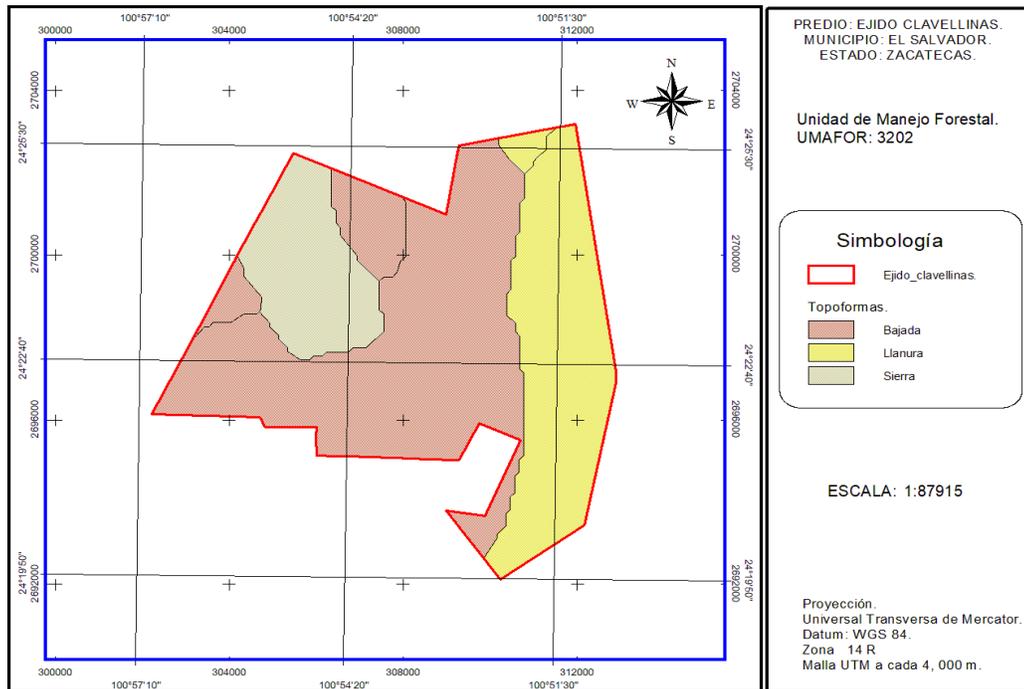


Figura 14.- Plano de los tipos de topoformas que predominan en el predio, Ejido Clavellinas, Municipio El Salvador, Zacatecas.

6.1.6 Clima.

De acuerdo a la carta temática de Conabio 1997, tipos de climas en el Estado de Zacatecas, en el Ejido Clavellinas, están presentes los tipos de clima que se describen a continuación:

BS0k (x'): Es el clima dominante en el área, el cual está considerado como árido-templado.

BS1k (x'): Clima semiárido-templado, con una temperatura media anual de 15 °C, temperatura del mes más frío oscilando entre -3 y 12 °C y temperatura del mes más caliente de hasta 27 °C. Presenta lluvias en verano y en las lluvias invernales se registra del 5 al 10 % del total de la precipitación anual, además de ocurrir temperaturas muy extremosas durante el día e invierno fresco.

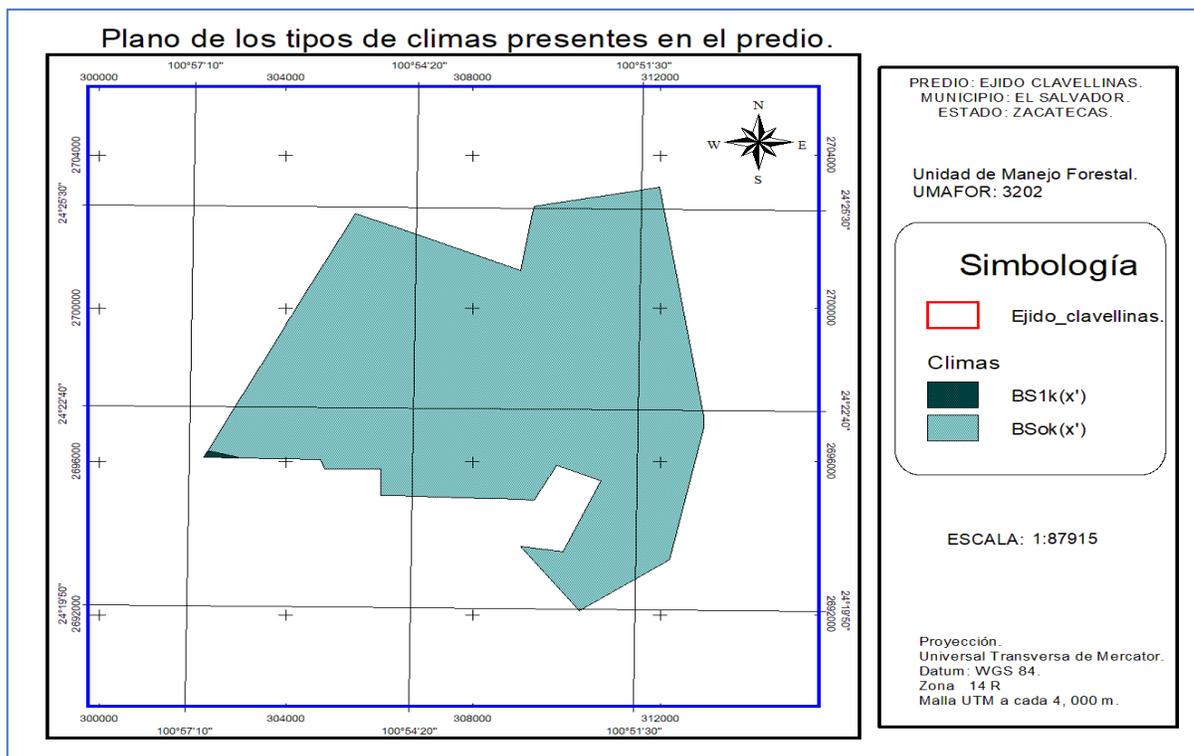


Figura 15.- Climas que se presentan en El Ejido Clavellinas, El Salvador, Zacatecas.

6.1.7 Edafología.

Son suelos de origen residual y en menor proporción coluvio-aluvial y se caracterizan porque en la mayoría de los casos presentan fases salinas, por lo que su fertilidad es baja y su uso es limitado, tales como el Litosol y Xerosol háplico.

- A) Litosol:** Son suelos asociados a lomeríos y cerros con afloramientos rocosos. Se presentan en pendientes inclinados en la parte noroeste del Ejido, siendo el que mayor superficie ocupa (Figura 16).
- B) Xerosol:** Se presentan en la parte este del Ejido y es el más frecuente. Se caracterizan por ser suelos tipos salinos, con C.E de 4 a 8 mmhos/cm. Además, se distinguen por tener una fase petrocálcica, de textura media (Figura 16).
- C) Castañozem Cálcico:** Presenta un horizonte A mólico y B cámbico con concentraciones de carbonato de calcio, la superficie que ocupa en el Ejido es mínima de aproximadamente 20 Has, se localiza al noreste del casco ejidal (Figura 16).

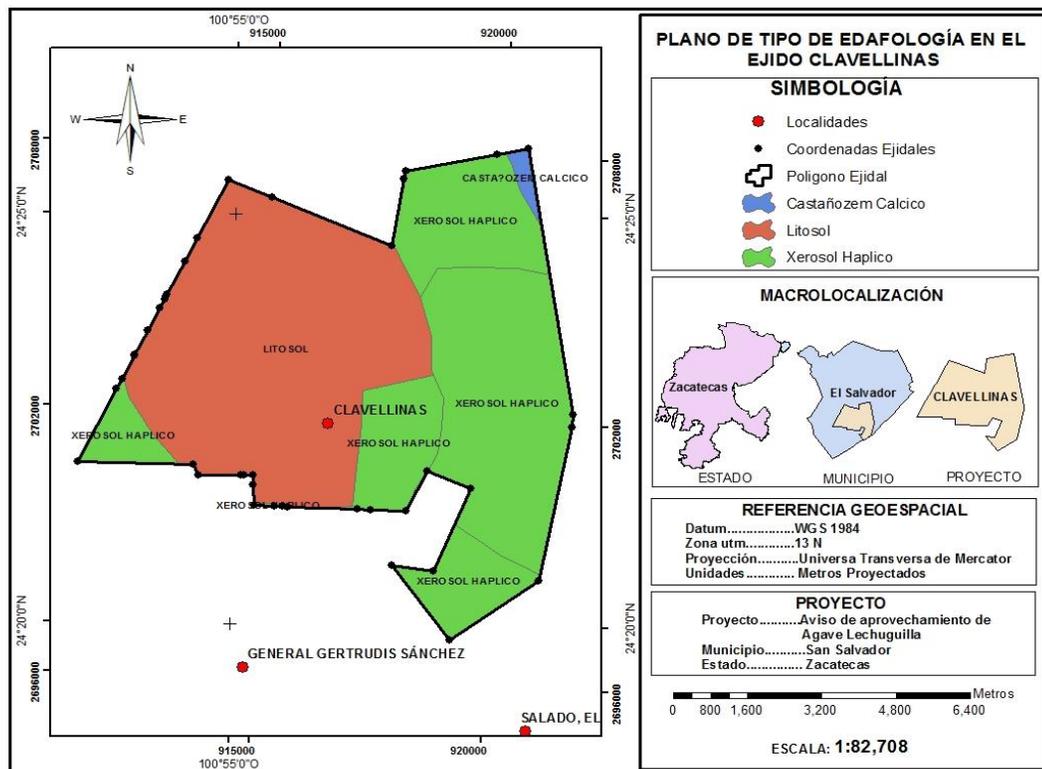


Figura 16.- Tipos de suelos en el Ejido Clavellinas, El Salvador, Zacatecas.

6.1.8 Vegetación.

Tomando en consideración la relevancia que presenta la composición florística como parte del presente estudio, se consideró la información de la carta temática de uso del suelo editada por el INEGI, que se adapta de la clasificación de Miranda y Hernández X. De acuerdo con esta adaptación, la descripción se tomó al nivel de tipos de vegetación presentes en el área por aprovechar, entre los cuales predominan los Matorrales Rosetófilo y Micrófilo (Figura 17).

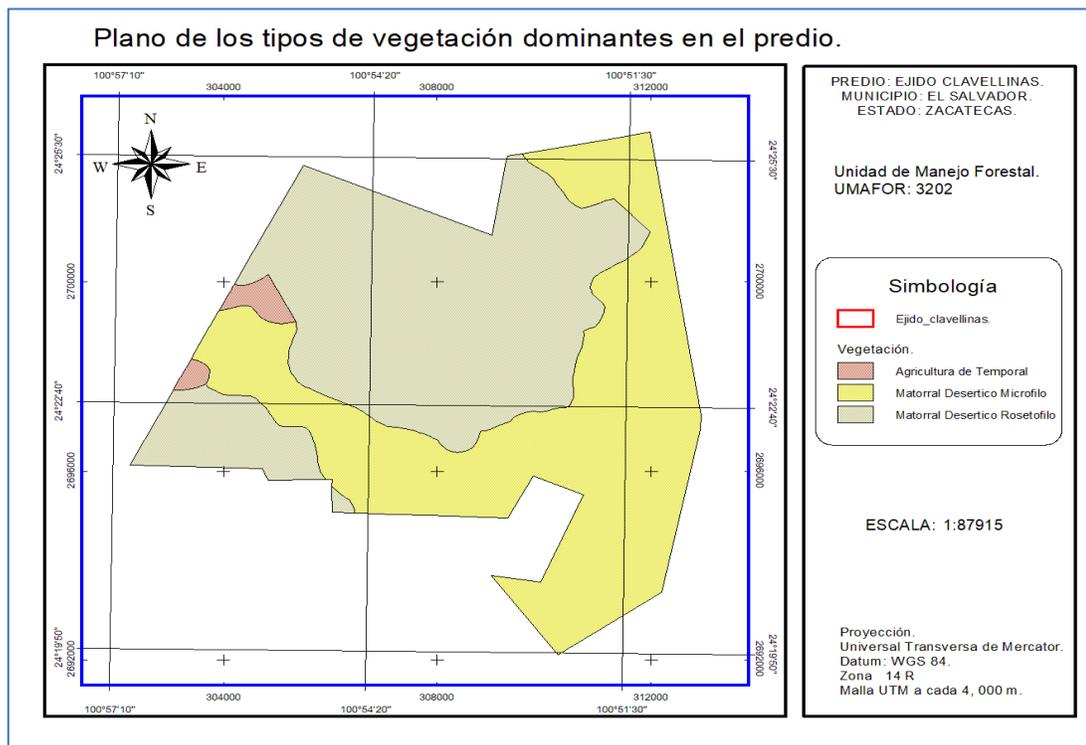


Figura 17.- Vegetación del Ejido Clavellinas, El Salvador, Zacatecas.

6.1.9 Matorral Desértico Rosetófilo.

Se desarrolla en lomeríos y laderas de montañas donde incide una mayor radiación solar o en las áreas más expuestas de los cañones, en sitios usualmente pedregosos y con buenas condiciones de drenaje. Dominan arbustos bajos con hojas agrupadas en forma de roseta, espinosos y perennifolios. Suele tener una

cubierta vegetal denso de arbustos, pero la vegetación arbórea está conformada por individuos aislados de mezquite.



Figura 18.- Matorral desértico rosetófilo donde se ubica la lechuguilla.

En el área propuesta para el aprovechamiento, este matorral se encuentra localizado principalmente en el pie de monte hacia el sur del Ejido. Las especies más frecuentes se caracterizan por ser suculentas tales como el nopal rastrero (*Opuntia rastrera*), Nopal cegador (*Opuntia microdasys*) y la lechuguilla (*Agave lechuguilla*). Igualmente se asocia con especies del Matorral Sub inerme cerca de los arroyos.

La profundidad del suelo es variable, aunque dominan los de menos de 20 cm con texturas francas (limoso-arcilloso-arenoso). Las texturas más gruesas se hallan donde las rocas son areniscas y las más finas donde las rocas son calizas. Son suelos someros, usualmente pedregosos y con buen drenaje en laderas de las sierras y lomeríos.

Las especies vegetales del Matorral Desértico Rosetófilo encontrados son: Mariola, *Parthenium incanum*, Oreja de ratón. *Tiquilia canescens*, Espadín, *Agave striata*, Guapilla, *Hechtia glomerata*, Alicoche pitayero, *Echinocereus stramineus*, Blanca Nieves, *Mammillaria chionocephala*, Candelilla, *Euphorbia antisyphilitica*, Sangre de drago, *Jatropha dioica*, Tasajillo, *Opuntia leptocaulis*, Coyonoxtle, *Opuntia imbricata*, Nopal, *Opuntia rastrera*, Junco, *Koeberlinia spinosa*, Chaparro prieto, *Acacia rigidula*, Orégano, *Lippia graveolens*, Maguey cenizo, *Agave asperrima*, Sotol, *Dasyllirion cedrosanum*, Mezquite, *Prosopis glandulosa*. Palma china. *Yucca filifera*, Albarda, *Fouquieria splendens*

6.1.10 Matorral Desértico Micrófilo.

Este tipo de vegetación se caracteriza por la presencia de elementos arbustivos de hojas pequeñas. Se encuentra generalmente en terrenos aluviales planos, en laderas inferiores de los cerros de gran parte de valle del predio. La especie más frecuente es la gobernadora (*Larrea tridentata*). Las comunidades van de poco densas a densas, dependiendo de la profundidad del suelo y la humedad disponible.

En este tipo de vegetación se consideran las comunidades vegetales de los Matorrales Subinerme e Inerme. El primero se ubica en las inmediaciones del área hacia el norte. Por su parte, el Matorral Inerme se ubica hacia el sur del Ejido y está aislado por los Matorrales Subinerme y Crasirosulifolio.

La anterior se debe a la presencia de microclimas y humedad presentes en este lugar, donde los elementos florísticos presentan la característica de falta de espinas estando presentes otras especies diferentes incluyendo ejemplares de gramíneas. Derivado de que la mayor parte de los terrenos del predio se ubican en este tipo de vegetación, los mismos se encuentran por lo general dedicados a la actividad pecuaria, ya que muchas especies pueden ser ramoneadas por el ganado, principalmente el caprino. Existen áreas dedicadas a la agricultura hacia el oeste, donde los suelos son de buena calidad.



Figura 19.- Matorral Desértico Micrófilo, Ejido Clavellinas, Salvador, Zacatecas.

Las principales especies vegetales presentes en el área y que forman parte de los tipos de matorrales anteriormente señalados, son: Coyotillo, *Karwinskia humboldtiana*, Sangre de drago, *Jatropha dioica*, Candelilla, *Euphorbia antisyphilitica*, Comida de víbora, *Ephedra aspera*, Mariola, *Parthenium incanum*, Tatalencho, *Gymnosperma glutinosum*, Oreja de ratón, *Tiquilia canescens*, Clavellina, *Opuntia tunicata*, Guapilla china, *Hechtia glomerata*, **Lechuguilla**, **Agave lechuguilla**, Espadín, *Agave striata*, Hojasén, *Flourensia cernua*, Nopal cegador, *Opuntia microdasys*. Tasajillo, *Opuntia leptocaulis*, Coyonoxtle, *Opuntia imbricata*, Nopal rastrero, *Opuntia rastrera*, Biznaga burra, *Echinocactus platyacanthus*, Orégano, *Lippia graveolens*, Maguey, *Agave asperrima*, Sotol, *Dasyllirion cedrosanum*, Gatuño, *Acacia greggii*.

6.1.11 Superficie total del área a aprovechar, Ejido Clavellinas, Municipio El Salvador, Zacatecas.

Se considera una superficie de 3,183.3 ha, la cual representa el 47.8% del total de la superficie del Ejido, en el cuadro 1 se presenta el producto a obtener, la superficie y cantidad de fibra estimada a obtener, así como la vigencia del estudio, la cual es por un periodo de tres años (Cuadro 1).

Rodal	Sup. (ha)	Nombre común y científico	Producto a obtener	Cantidad de productos a obtener en kg/área de corta /año
I	1,764.50	<i>Lechuguilla</i> (<i>Agave lechuguilla</i>)	Fibra	65, 726.69
II	447.50	<i>Lechuguilla</i> (<i>Agave lechuguilla</i>)	Fibra	1, 874.67
III	665.30	<i>Lechuguilla</i> (<i>Agave lechuguilla</i>)	Fibra	3, 005.10
IV	306.00	<i>Lechuguilla</i> (<i>Agave lechuguilla</i>)	Fibra	1,365.17
---	3,183.30	---	---	71,971.63

Cuadro 1.- Cantidad de producto a obtener por Rodal.

6.1.12 Equipo y materiales empleados.

Para la toma de datos en campo se utilizaron materiales diversos entre los que destacan: Cintas métricas, reglas flexibles de 2.5 m, guías de flora y fauna, cuerda de 11.28 m de largo, formatos de registro para información de campo (bitácora), cámaras fotográficas, pintura en aerosol, GPS y estacas de madera para señalar el centro de los sitios muestreados.

6.1.13 Sistema de Información Geográfica (SIG).

Primeramente, se consultó la información cartográfica digital como: la carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie IV escala 1:250 000 y con datos de campo obtenido anteriormente con los equipos de GPS. Se elaboró el archivo tipo Shapefile de la malla de muestreo que se determinó con el Software ArcGIS 10 y que contiene las coordenadas geográficas en grados, minutos y segundos en DATUM: WGS 84. Esta información posteriormente se transfirió a los GPS, para la localización de los sitios de muestreo en campo con el apoyo de una Imagen Digital Globe impresa con las unidades de muestreo con el Software Google Earth Pro (Figura 20), en la que se

logra distinguir a mayor detalles de los rasgos del terreno, como son las vías de comunicación, incluso hasta veredas; y las características topográficas del mismo (pendiente, planicies, infraestructura, brechas, arroyos perennes o intermitentes); información valiosísima al momento de encontrarse en el campo para lograr con mayor rapidez la ubicación de las unidades muestrales en el terreno.

6.1.14 Estimación de las existencias reales de *Agave lechuguilla* Torr.

Para determinar las existencias reales de la especie de interés (*Agave lechuguilla* Torr.) se llevó a cabo el muestreo forestal de las poblaciones naturales a fin de conocer su condición y para lo cual previamente se definieron en gabinete las áreas potenciales por aprovechar, mismas que fueron verificadas en el terreno.

Posteriormente en gabinete se llevó a cabo el registro y análisis de la información recabada. Durante el muestreo y recorridos de campo, mismos que se realizaron con el permiso de la autoridad ejidal, se tomaron datos como densidad poblacional, ubicación de las áreas por aprovechar y sus respectivas coordenadas geográficas, entre otros; en cuanto al estado fitosanitario de las poblaciones naturales, no se detectaron plagas o enfermedades en ninguna de las áreas de aprovechamiento muestreadas. En el aspecto de accesibilidad, las áreas sujetas a manejo, están comunicadas con caminos, veredas o terracerías, la cual no resulta una limitante para llevar a cabo las actividades de aprovechamiento que se plantea.

6.1.15 Rodalización.

Fundamentándose en las Unidades Ambientales, se definieron cuatro rodales con una superficie total de 3,138.30 Ha. para el presente Aviso de Aprovechamiento como se observa en la Figura 10, considerándose aspectos cualitativos y cuantitativos en relación con las poblaciones de lechuguilla en el terreno como: Límites y colindancia del predio, existencia de vías de comunicación, condiciones actuales del recurso (incendios, plagas, sequía, etc.), densidad, dimensiones, ubicación, accesibilidad, sobrevivencia, sanidad y vigor de las plantas.

Previamente en campo se realizaron premuestreos en varios rodales de *lechuguilla*, identificándose que tenían diferencias significativas entre ellos. Justificándonos en esta información observada, se determinaron las principales áreas con existencia de poblaciones naturales de lechuguilla y con rodales con posibilidades de ser sujetas de aprovechamiento.

Durante los recorridos de campo hechos en las poblaciones naturales de lechuguilla, no se detectaron plagas o enfermedades en los rodales muestreados. En algunas partes se facilitó recorrer algunos rodales por la existencia de caminos de terracería, por lo que no será necesaria la apertura de nuevos caminos para evitar daños al recurso natural en su conjunto.

6.1.16 Diseño de Muestreo.

En ocasiones en que no es posible o conveniente realizar un censo poblacional, se selecciona una muestra, entendiéndose por tal hecho que es una forma representativa de la población o comunidad. El muestreo es, por lo tanto, una herramienta de la investigación científica, cuya función básica es la de determinar, que parte de la población deberá examinarse, con la finalidad de sacar información y/o conclusiones de dicha población o comunidad (Villavicencio y Franco, 1993).

Cualquier estudio detallado de la vegetación está basado, en la descripción y la investigación de la comunidad a muestrear, y primero debe realizarse un recorrido de campo. Una vez realizado esto, se establecen dentro de estas comunidades, ciertos segmentos de la misma vegetación que deben ser muestreados y analizados como una sub área representativa. Así debemos decidir qué parámetros de la vegetación deberán registrarse o medirse, y qué tamaño y forma de los sitios de muestreo es el más adecuado a lo requerido (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974)

Un sistema de muestreo apropiado para evaluar una población, es aquel con cual se obtenga una estimación adecuada del recurso y productividad a un tiempo y costo económico razonable (CONAFOR, 2013). Para tomar una decisión sobre cual

metodología a utilizar, es necesario considerar el tiempo, personal con el que se cuenta y recursos económicos con los que se cuenta.

A) Muestreo Aleatorio Estratificado: Debe considerar categorías típicas diferentes entre sí (estratos) que posean gran homogeneidad respecto a una característica en particular, se puede estratificar de acuerdo a una profesión, municipio de residencia, sexo, estado civil por citar ejemplos. Lo que se pretende con este tipo de muestreo es que todos los estratos de interés, estarán representados adecuadamente en la muestra. Cada estrato funciona independientemente pudiendo aplicarse dentro de ellos el **Muestreo Aleatorio Simple o el Estratificado** para elegir los elementos concretos que formarán parte de la muestra. Ocasionalmente las variables que plantean son demasiados grandes por que exige un conocimiento demasiado grande de la población (Carrasco, 1998).

B) Cuadrante con punto central: Consiste en trazar un punto en el sitio seleccionado, y sobre él, con la ayuda de un cordel trazar dos líneas en forma de cruz para que quede cuatro cuadros en direcciones definidas. En cada cuadro se registran las especies arbóreas y arbustivas más cercanas al punto de cruce, y se mide la altura, cobertura y diámetro de cada especie (Bennet y Humpries, 1981).

C) Línea de Canfield ó método de la línea transecta: Este método recaba información de una comunidad a partir de un conjunto de líneas que atraviesan el stand a relevar. Los datos son suministrados por los individuos de las distintas especies que interceptan la línea, ya sea por contacto o proyección. Todas las mediciones estándar de la vegetación se pueden obtener mediante esta técnica, excepto la densidad absoluta.

Se aplica cuando la vegetación o composición florística se distribuye a lo largo de un gradiente medioambiental, es decir, donde se observe una transición clara de la vegetación, y consiste en tender una línea sobre una

zona de estudio, la línea se señala en el suelo con un cordón o con una cinta de plástico (Bennet y Humpries, 1981).

D) Muestreo Sistemático: este tipo de muestreo que previamente nos hayamos asegurado que los elementos ordenados no presenten una periodicidad en las variables del objeto en estudio, puesto que, si hay periodicidad y el periodo esta próximo al valor V , los resultados que se obtengan tendrán grandes desviaciones y no tendrán la validez.

La ventaja practica de este sistema de muestreo es que facilita una ubicación sencilla, rápida y económica de cada sitio de muestreo, además por su naturaleza, da estimaciones más precisas con respecto a los muestreos aleatorios, debido a que los sitios se encuentran mejor distribuidos de una forma prefijada, equidistante y uniforme en la población a muestrear (Sáenz y Villavicencio, 1993).

Mediante el método de “**Muestreo Sistemático**” se procedió a evaluar las poblaciones del presente estudio, es decir, se evaluó una fracción de la población para obtener información de campo que permitiera extrapolar los resultados obtenidos a toda la superficie en estudió.

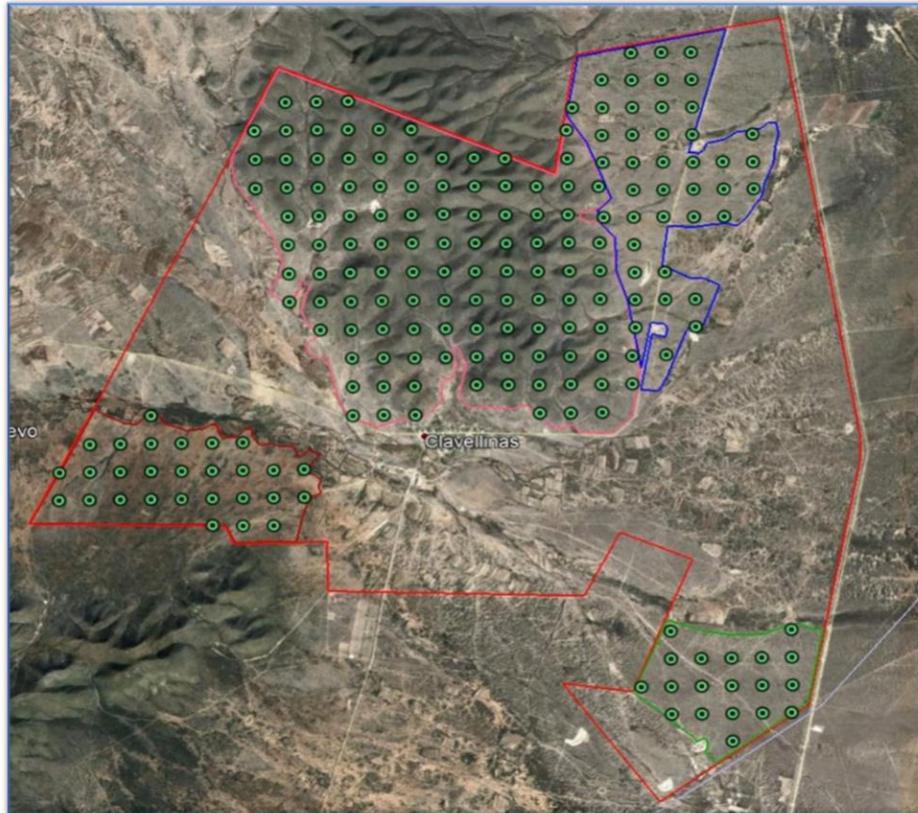


Figura 20. Imagen Digital Globe del Software Google Earth Pro, donde se aprecian los sitios de muestreo a cada 400 m de distancia entre sitio.

Debido a lo anterior, se ubicaron los sitios de muestra de acuerdo a un patrón preestablecido y superficie de cada rodal, que en este caso se empleó una equidistancia entre sitios de 400 m, por lo que los sitios se distribuyeron mejor en cada uno de los rodales (Figura 21).

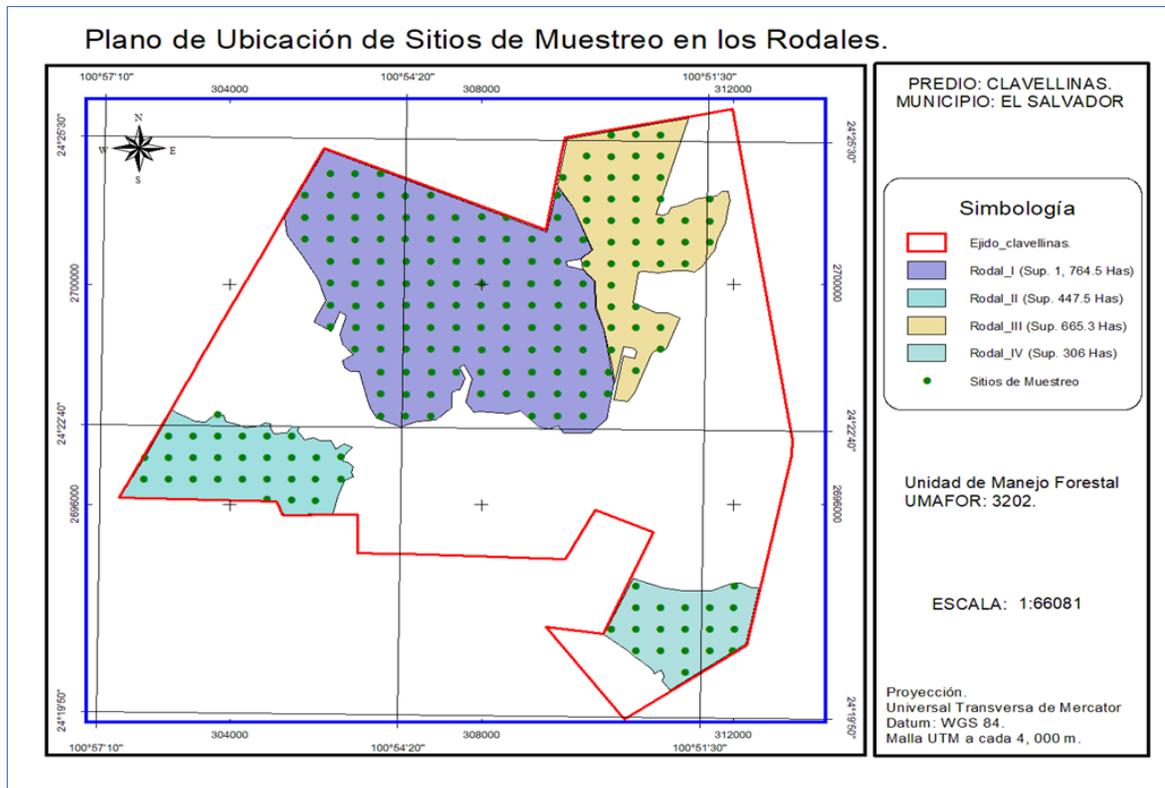


Figura 21.- Ubicación de los sitios de muestreo en los rodales.

6.1.17 Forma y tamaño de las unidades de muestreo.

En base a las recomendaciones del Inventario Nacional Forestal y de Suelos México 2004 – 2009 (INFyS), para ecosistemas de comunidades áridas y semiáridas de nuestro país, se utilizaron el tipo de Sitios circulares de muestreo de 400 m². Para determinar su área en campo, se empleó una cuerda de 11.28 m de radio; cuyo material fue de plásticos pretensado para evitar cambios significativos en las dimensiones (Figura 22). Cada sitio de muestreo fue georreferenciado en campo. Esta metodología tiene la particularidad que, si el terreno tiene pendiente mayor a 10%, se utiliza cuerdas compensadas con radios únicos, para representar las condiciones físicas propias del sitio y en terrenos inclinados con pendientes variables, pero en el mismo sentido para lo cual se tomará como valor de la pendiente, la inclinación del punto más alto al punto más bajo del sitio.



Figura 22. Punto de muestreo con cuerda compensada de 11.28 m.

En el cuadro 2, se muestra los valores de las distancias de los radios compensados en metros, de las unidades de muestreos circulares de 400 m² de acuerdo al porcentaje de pendiente del terreno donde se ubiquen los sitios de muestra.

Por Ciento de Pendiente (%)	Número de Nudos	Longitud del Radio en metros
0	0	11.28
10	1	11.3
20	2	11.39
30	3	11.52
40	4	11.7
50	5	11.92
60	6	12.18
70	7	12.46
80	8	12.76
90	9	13.08
100	10	13.41

Cuadro 2.- Longitud en metros del radio único utilizado en la delimitación del sitio de 400 m² (0.04 ha), en terrenos con pendientes medidas en porcentos.

Las cuerdas con radios únicos para la delimitación de los sitios circulares, tenían compensada el radio único indicando todos los grados de pendientes, en los cuales el nudo cero (0) marca la longitud del radio de 11.28 m, siendo el siguiente el nudo uno (1) para 10% de pendiente, y así sucesivamente.

Se consideró la toma de información en cada unidad de muestreo como: no. de sitio, altitud, pendiente, fisiografía, exposición, toma de coordenadas con los equipos de Posicionamiento Global Satelital (GPS).

Las mediciones dasométricas de las plantas de lechuguilla, se empezaron contando los individuos más cercanos al centro del sitio y hacia el punto cardinal Norte; girando a favor de las manecillas del reloj, contado y midiendo todas las plantas con alturas a partir de 25 cm, dentro de los límites del sitio de muestra (Figura 23).

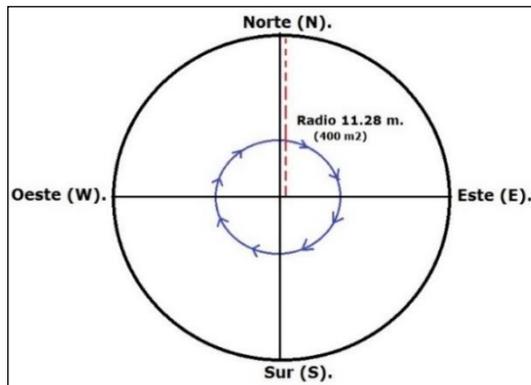


Figura 23. Unidad o Sitios circulares de Muestreo de 400 m², recomendados por INFyS.

6.1.18 Tamaño de muestra.

Con el propósito de tener una alta confiabilidad en los resultados obtenidos, se aplicó una intensidad de muestreo promedio del 0.25%, para lechuguilla. Se describe un ejemplo del Rodal I.

Para calcular el número de sitios a muestrear en el rodal I de lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) de 1, 764.5 ha, se utilizaron las siguientes fórmulas:

✓ **Intensidad de muestreo (I.M.).**

$$I.M. = \frac{T.S.}{D_s \times D_h} \times 100$$

Donde:

I.M. = Intensidad de muestreo

T.S. = Tamaño del sitio

D_s = Distancia entre sitios

D_h = Distancia entre hileras

✓ **Número de sitios a muestrear.**

$$n_s = \frac{(I.M.) (A)}{T.S.}$$

Donde:

n_s = Número de sitios

I.M. = Intensidad de muestreo

A = Tamaño del área

T.S. = Tamaño del sitio

Distancia entre sitios de muestreo.

$$D_s = \sqrt{A/n_s}$$

Donde:

D_s = Distancia entre sitios

A = Tamaño del área

n_s = Número de sitios

Procedimiento de cálculo para cada uno de los Rodales de Lechuguilla.

$$I.M. = \frac{400}{400 \times 400} \times 100$$

$$I.M. = 0.25 \%$$

$$n_s = \frac{(0.0022) (17,645,000)}{400}$$

I.M. = 110 Sitios.

Para los rodales de lechuguilla muestreados se utilizó un distanciamiento promedio de 400 m entre sitios de muestreo.

En relación a las fórmulas anteriores se determinó el siguiente cuadro de la lechuguilla en donde se describe la superficie muestreada en cada rodal

No.	Superficie (Ha)	I.M.	No.	Distancia entre Sitios	Por ciento
I	1,764.50	0.25	110	400	55.43
II	447.5	0.25	28	400	14.06
III	665.3	0.25	42	400	20.9
IV	306	0.25	19	400	9.61
Suma	3,183.30	-----	199		100
Promedio		0.25		400	

Cuadro 3.- Concentrado de la superficie muestreada de la especie de *Agave lechuguilla* Torr.

6.1.19 Variables evaluadas.

Las variables que se midieron para la obtención de las existencias reales fueron la **densidad de plantas**, así como el **diámetro basal y altura del cogollo** (Figura 24). La biomasa (cantidad aprovechable de los cogollos verdes) se obtuvo mediante la tabla de producción, de *Agave lechuguilla* Torr., elaborada en el **Campo Experimental “La Saucedá”, localizado en el municipio de Ramos Arizpe, Coahuila**, misma que está contenida en al Cuadro 8.

En cada sitio se midió la longitud del cogollo y el diámetro basal del mismo, para longitud se empleó un flexómetro marcado en centímetros, y se mide a partir de la base del mismo hasta el ápice. En caso del diámetro basal se empleó de la misma

manera, pero igual se puede emplear un vernier o calibrador marcado en milímetros tomándose lo más cercano a la base del cogollo.



Figura 24.- Representación esquemática del diámetro basal y de altura del cogollo de lechuguilla.

6.1.20 Tabla de producción de Biomasa del cogollo de *Agave lechuguilla* Torr.

Con la finalidad de facilitar y reducir el trabajo de campo y costos del inventario, se utilizó la tabla de estimación de la producción de biomasa de cogollos de *Agave lechuguilla* elaborada por el INIFAP y el Departamento Forestal de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (Cuadro 4).

Esta tabla fue generada en base a las características ecológicas del campo experimental “La Sauceda”, municipio de Ramos Arizpe, Coahuila, requiriendo para su aplicación contar con datos individuales de altura de cogollo y diámetro basal del mismo, obtenidas mediante mediciones directas y con ello se obtuvo la biomasa en gramos por individuos.

Cuadro 4.-Tabla de producción para estimar Biomasa del cogollo de *Agave lechuguilla* Torr.

DIAMÉTR O BASAL DEL COGOLLO (mm)																						
	*	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70
LONGITUD DEL COGOLLO (cm)	25	111.6	120.732	129.989	139.366	148.858	158.459	168.166	177.975	187.881	197.882	207.975	218.157	228.424	238.775	249.207	259.719	270.305	280.969	291.704	302.512	313.388
	26	114.3	123.652	133.133	142.737	152.458	162.291	172.233	182.279	192.425	202.668	213.005	223.433	233.948	244.549	255.234	265.999	276.843	287.763	298.759	309.828	320.968
	27	115.958	126.528	136.23	156.047	156.004	166.066	176.239	186.519	196.901	207.383	217.96	228.63	239.39	250.239	261.171	272.197	293.293	294.457	305.709	317.035	328.434
	28	119.479	129.363	139.282	149.329	159.5	169.787	180.188	190.698	201.313	212.029	222.843	233.753	244.754	255.845	267.023	278.285	289.63	302.055	312.558	324.138	335.739
	29	122.163	132.159	142.292	152.557	162.947	173.457	184.082	194.819	205.664	216.611	227.659	238.804	250.044	261.374	272.794	284.299	295.889	307.561	319.313	331.143	343.05
	30	124.713	134.917	145.262	155.741	166.347	177.077	187.924	198.885	209.956	221.132	232.411	243.789	255.262	266.829	278.487	290.233	302.065	323.98	325.978	338.055	350.21
	31	127.23	137.64	148.193	158.883	169.702	180.65	191.717	202.899	214.193	225.595	237.732	248.708	260.413	272.214	284.107	296.09	308.16	320.316	332.556	344.877	357.277
	32	129.715	140.326	151.088	161.987	173.019	184.179	195.461	206.862	218.377	320.001	241.732	253.566	245.5	277.531	289.657	301.873	314.179	326.573	339.052	351.613	364.255
	33	137.17	142.984	153.947	165.053	176.294	187.665	199.161	210.777	222.51	234.354	246.307	258.365	270.525	282.784	295.138	307.586	320.126	332.754	345.469	358.268	371.149
	34	134.596	145.609	156.773	168.082	179.53	191.109	202.816	214.646	226.594	238.656	250.828	263.108	275.491	287.974	300.556	313.233	326.002	338.862	351.81	364.844	377.962
	35	136.994	148.203	159.567	171.077	182.729	194.515	206.431	218.471	230.632	242.909	255.298	267.796	280.399	293.105	305.912	318.814	331.811	344.9	358.079	371.345	384.697
	36	139.366	150.769	162.329	174.039	185.892	197.882	210.004	222.253	234.625	247.114	259.718	272.432	285.254	298.18	311.208	324.333	337.555	350.871	364.278	377.744	391.357
	37	141.712	153.307	165.062	176.969	189.022	201.214	213.54	225.995	238.574	251.274	264.09	277.019	290.056	303.167	316.447	329.793	343.238	356.778	370.411	384.134	397.945
	38	144.034	155.819	167.766	169.868	192.118	204.51	217.038	229.697	242.482	255.39	268.416	281.556	294.808	308.167	321.631	335.196	348.861	362.622	376.478	390.427	404.464
	39	164.441	158.304	170.441	182.737	195.183	207.772	220.5	233.361	246.351	259.464	272.698	286.048	299.511	313.083	326.762	340.543	354.426	369.407	382.484	396.655	410.917
	40	148.606	160.765	173.092	185.578	198.217	211.002	223.928	236.989	250.18	263.498	276.937	290.495	304.167	317.95	331.841	345.837	359.936	374.134	388.43	402.821	417.304
	41	150.859	163.202	175.716	188.391	201.222	214.201	227.322	240.582	253.937	267.492	281.136	294.898	308.778	322.77	336.872	351.08	365.392	379.806	394.318	408.928	423.631
	42	153.09	165.616	178.315	191.178	204.198	217.369	230.695	244.14	257.729	271.449	285.294	299.26	313.345	327.543	342.854	356.273	370.797	385.424	400.151	414.976	429.896
	43	155.301	169.008	180.89	193.939	207.147	220.508	234.016	247.665	261.451	275.369	289.413	303.582	317.869	332.273	346.791	361.417	376.151	390.989	405.929	420.968	436.104
	44	157.491	170.378	183.441	196.674	210.069	223.619	237.317	251.159	265.139	279.253	293.496	307.864	322.354	336.961	351.682	366.515	381.457	396.505	411.655	426.996	442.256
	45	159.663	172.727	185.971	199.396	212.965	226.701	240.589	254.622	268.795	283.103	297.542	312.109	326.798	341.606	356.531	371.569	386.716	401.971	417.33	432.792	448.353
	46	161.815	175.055	188.478	202.074	215.836	229.759	243.933	258.055	272.419	286.92	301.554	316.317	331.203	346.212	361.338	376.578	391.93	407.39	422.957	438.627	454.398
	47	163.95	177.365	190.964	204.739	218.83	232.799	247.049	261.458	276.012	290.704	305.531	320.489	335.572	350.778	366.104	381.545	397.099	412.764	428.536	444.413	460.392
	48	166.066	179.654	193.429	207.393	221.506	235.794	250.238	264.834	279.575	294.457	309.476	324.626	339.905	355.307	370.831	386.471	402.226	418.093	434.068	450.15	466.335
49	168.166	181.926	195.975	210.004	224.307	238.775	253.402	268.182	283.11	298.18	313.388	328.73	344.202	359.799	375.519	391.357	407.311	423.379	439.556	455.841	472.231	
50	170.249	184.179	198.301	212.605	227.085	241.732	256.54	271.504	286.616	301.873	317.27	332.802	348.465	364.255	380.17	396.204	412.356	428.622	445	461.487	478.08	
51	172.314	186.415	200.709	214.186	229.841	244.666	259.654	274.799	290.096	305.537	321.121	336.842	352.695	368.677	384.785	401.014	417.362	433.826	450.402	467.089	483.883	
52	174.366	188.633	203.097	217.747	232.577	247.578	262.745	278.07	293.548	309.174	324.943	340.851	356.893	373.065	389.364	405.797	422.329	438.989	455.763	472.648	489.642	

DIAMÉTRO BASAL DEL COGOLLO (mm)																					
*	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70
53	176.402	190.835	205.468	220.289	235.292	250.469	265.812	281.316	296.975	312.783	328.736	344.83	361.059	377.42	393.909	410.523	427.259	444.113	461.083	478.166	495.358
54	178.422	193.021	207.821	222.812	237.987	253.337	268.857	284.538	300.376	316.366	332.502	348.779	365.195	381.743	398.422	415.225	432.153	449.2	566.364	483.643	501.032
55	180.42	195.191	210.147	225.317	240.663	256.186	271.979	287.737	303.753	319.923	336.24	352.702	369.3	386.035	402.901	419.894	437.012	454.251	471.607	689.09	506.665
56	182.42	197.346	212.477	227.805	243.319	259.014	274.881	290.914	307.107	323.454	339.952	356.594	373.377	390.296	407.348	424.529	441.836	159.265	476.814	494.479	512.258
57	184.398	199.486	214.781	230.275	245.958	261.822	277.861	294.068	310.436	326.961	343.638	360.461	377.425	394.528	411.765	429.132	446.627	464.245	481.984	499.84	517.813
58	186.362	201.611	217.069	232.728	248.578	264.612	280.821	297.201	313.744	330.445	347.299	364.301	381.446	398.731	416.152	433.704	451.384	469.19	487.118	505.165	523.329
59	188.314	203.722	219.342	235.165	251.18	267.382	283.761	300.312	317.028	333.904	350.935	368.115	385.44	402.906	420.509	438.245	456.111	474.103	492.218	510.454	528.808
60	190.252	205.819	221.6	237.585	253.766	270.134	286.682	303.403	320.292	337.342	354.547	371.904	389.407	407.053	424.838	442.756	460.805	478.983	497.285	515.709	534.251

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

7.1 Resultados Estadísticos de Lechuguilla por Rodal.

En los cuadros siguientes se presentan **los promedios de densidad y biomasa en kg por sitio de muestreo y por hectárea** sobre los cuales se realizaron las estimaciones estadísticas que a continuación se describen. Para el cálculo de la siguiente tabla, se anexan los datos obtenidos en campo de los sitios muestreados en el rodal I (Anexo I).

	Densidad/sitio	Vol./kg	No. de Plantas / Ha.	Biomasa /Kg/Ha.
Suma Total	19,593.00	5,121.80	489,825.00	128,045.06
Media	178.12	46.56	4,452.95	1,164.05
Desv_Est	47.42	12.79	1,185.47	319.68
Error Estándar	0.43	0.12	10.78	2.91
Varianza	2,248.55	163.51	1,405,340.96	102,196.13
C.V	26.62	27.46	26.62	27.46
LI	177.41	46.37	4435.23	1,159.27
LS	178.83	46.75	4,470.68	1,168.83

Cuadro 5.- Promedios de densidad y biomasa en kg por sitio y por hectarea en el Rodal I, Ejido Clavellinas, Municipio de El Salvador, Zacatecas.

Para el cálculo de la siguiente tabla, se anexan los datos obtenidos en campo de los sitios muestreados en el rodal II (Anexo I).

	Densidad/sitio	Vol./kg	No. de Plantas / Ha.	Biomasa /Kg/Ha.
Suma Total	629.00	146.62	15,725.00	3,665.56
Media	22.46	5.24	561.61	130.91
Desv_Est	5.41	1.38	135.31	34.51
Error Estándar	0.19	0.05	4.83	1.23
Varianza	29.29	1.91	18,309.36	1,190.76
C.V	24.09	26.36	24.09	26.36
LI	22.14	5.15	553.38	128.81
LS	22.79	5.32	569.84	133.01

Cuadro 6.- Promedios de densidad y biomasa en kg por sitio y por hectarea en el Rodal II, Ejido Clavellinas, Municipio de El Salvador, Zacatecas.

Para el cálculo de la siguiente tabla, se anexan los datos obtenidos en campo de los sitios muestreados en el rodal III (Anexo I).

	Densidad/sitio	Vol./kg	No. de Plantas / Ha.	Biomasa /Kg/Ha.
Suma Total	941.00	237.14	23,525.00	5,928.44
Media	22.40	5.65	560.12	141.15
Desv_Est	2.96	1.25	73.89	31.22
Error Estándar	0.07	0.03	1.76	0.74
Varianza	8.73	1.56	5,459.13	974.90
C.V	13.19	22.12	13.19	22.12
LI	22.29	5.60	557.16	139.90
LS	22.52	5.70	563.08	142.40

Cuadro 7.- Promedios de densidad y biomasa en kg por sitio y por Ha en el Rodal III, Ejido Clavellinas, Municipio de El Salvador, Zacatecas.

Para el cálculo de la siguiente tabla, se anexan los datos obtenidos en campo de los sitios muestreados en el rodal IV (Anexo I).

	Densidad/sitio	Vol./kg	No. de Plantas / Ha.	Biomasa /Kg/Ha.
Suma Total	437.00	105.96	10,925.00	2,648.92
Media	23.00	5.58	575.00	139.42
Desv_Est	4.03	1.38	100.69	34.39
Error Estándar	0.21	0.07	5.30	1.81
Varianza	16.22	1.89	10,138.89	1182.76
C.V	17.51	24.67	17.51	24.67
LI	22.63	5.45	565.81	136.28
LS	23.37	5.70	584.19	142.56

Cuadro 8.- Promedios de densidad y biomasa en kg por sitio y por Ha en el Rodal IV, Ejido Clavellinas, Municipio de El Salvador, Zacatecas.

Para cada uno de los rodales bajo estudio se mencionan **las medidas de dispersión** en cada uno de ellos, estas medidas nos indican **que la información recabada en campo es suficiente para la realización del presente estudio**, que la intensidad de muestreo planteada fue la indicada, pues los coeficientes de variación para cada uno de los rodales muestran que la variabilidad en los indicadores que se utilizaron (densidad y biomasa (kg) para fines de cálculo de los resultados estadísticos, no es significativa.

7.2 Cálculo de las existencias reales de la lechuguilla, especie de interés para el aprovechamiento.

Para calcular las Existencias Reales de Biomasa (ERB) se empleó la **“Tabla de producción para estimar Biomasa del cogollo de *Agave lechuguilla* Torr”**, elaborada en el Campo Experimental **“La Sauceda”**, del municipio de Ramos Arizpe, Coahuila, por Berlanga R.C *et al*, 1992 (Cuadro 4).

7.3 Existencias Reales de Biomasa y Densidades Promedio por Sitio de muestreo.

Se concentró la información obtenida de todos los sitios, después de lo cual se realizó la sumatoria de cogollos y se promedió entre el número de sitios para obtener tanto las **Existencias Reales de Biomasa como la Densidad promedio por sitio de muestreo.**

Para este propósito se incluyeron cogollos con altura mínima de 25 cm y 30 mm de diámetro basal. En referencia a lo anterior, Berlanga, *et-al*, 1992, recomiendan aprovechar plantas con altura mínima de 25 cm.

Como ya se mencionó con anterioridad, cada sitio tiene una extensión de 400 m², (11.28 m de radio).

Los valores promedio se presentan a continuación:

Rodal	Superficie (Ha)	Densidad/sitio	Biomasa kg/sitio
I	1,764.5	178.12	46.56
II	447.5	22.46	5.24
III	665.3	22.40	5.65
IV	306	23.00	5.58

Cuadro 9.- Valores promedio de Existencias Reales de Biomasa y Densidad por sitio de muestreo y área de aprovechamiento, Ejido Clavellinas, Municipio de El Salvador, Zacatecas.

7.4 Estimación de Existencias Reales de Biomasa y Densidades Promedio/Ha

Se tomó un factor de 25 para extrapolar los valores promedio de Existencias Reales de Biomasa y Densidades obtenidos por sitio de muestreo, considerando que la superficie ocupada por cada sitio es de 400 m², que es equivalente a 0.04 ha. (Cuadro 10).

Rodal	Superficie (Ha)	Densidad/Ha	Biomasa kg/Ha
I	1,764.5	4,452.95	1,164.05
II	447.5	561.61	130.91
III	665.3	560.12	141.15
IV	306	575.00	139.42

Cuadro 10.- Densidad y Existencias Reales de Biomasa promedio por hectárea/rodal, Ejido Clavellinas, Municipio de El Salvador, Zacatecas.

7.5 Estimación de Existencias Reales de Biomasa por Áreas de aprovechamiento y Totales.

Una vez obtenidos los valores por hectárea, se multiplicaron por la extensión ocupada para cada uno de las áreas por aprovechar a fin de conocer el valor de las existencias reales, tal como se presenta a continuación (Cuadro 11):

Rodal	Superficie (Ha)	Biomasa kg/Ha	Existencias Reales Totales (Kg)
I	1,764.5	1,164.05	2,053,959.20
II	447.5	130.91	58,583.46
III	665.3	141.15	93,909.27
IV	306	139.42	42,661.51
Total	3,183.3	-----	2,249,113.44

Cuadro 11.- Existencias reales de biomasa por área de aprovechamiento y total, Ejido Clavellinas, Municipio de El Salvador, Zacatecas.

Chávez en 2015, encontró los siguientes datos con relación a muestreo sistemático de lechuguilla en “Ejido el Ojito” municipio de Ramos Arizpe, Coahuila (Cuadro 12).

Ejido “El Ojito”	Área de Corta (Ha)	Existencia Reales total/kg
Rodal I	299.00	69,646.66
Rodal II	305.00	71,044.25
Rodal III	352.60	82,131.81
Rodal IV	260.60	60,702.07
Rodal V	324.10	75,493.25
Total	1,541.30	359,018.04

Cuadro 12.- Existencias reales de biomasa por área de aprovechamiento en “Ejido El Ojito”, Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

Utilizando 114 sitios de muestreos, con 500 m² por sitio, una distancia de 200 m entre sitios y 250 m entre líneas. Cabe mencionar que solo se ocuparon 30 sitios de premuestreos.

Ramos en 2015, en su tesis de titulación, arroja los siguientes resultados con la misma metodología: Muestreo Sistemático de *lechuguilla* en “Ejido San Miguel” municipio de Ramos Arizpe, Coahuila (Cuadro 12).

Ejido “San Miguel”	Área de corta (ha)	Existencia Reales total (kg)	ton/ha
Rodal I	540.32	7,955.60	7.96
Rodal II	287.41	4,231.82	4.23
Rodal III	235.45	3,466.77	3.47
Total	1,063.18	15,654.19	

Cuadro 13.- Existencias reales de biomasa por área de aprovechamiento en “Ejido San Miguel”, municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

Utilizó 60 sitios de muestreos en total, con 500 m² por sitio, una distancia de 200 m entre sitios y 250 m entre líneas. Cabe mencionar que solo se ocuparon 30 sitios de premuestreos.

7.6 Estimación de Existencias Reales Aprovechables y Residuales.

En el cuadro 14, se muestra el desglose de la obtención de las Existencias Reales Aprovechables y Residuales, se enfatiza que solo se intervendrá el 40% de las plantas de edad de Madurez de Cosecha:

Rodal	Sup. (ha)	Existencias Reales de Biomasa por área de aprov. y total.	Nivel de aprov.	Existencias Reales de Biomasa Aprovechable (40%)	Existencias Reales de Biomasa Residuales (60%)
I	1,764.5	2,053,959.20	40%	821,583.68	1,232,375.52
II	447.5	58,583.46	40%	23,433.38	35,150.08
III	665.3	93,909.27	40%	37,563.71	56,345.56
IV	306	42,661.51	40%	17,064.60	25,596.90
Total	3,183.30	2,249,113.44	---	899,645.37	1,349,468.06

Cuadro 14. Existencias Reales Aprovechables y Residuales, Ejido Clavellinas, El Salvador Zacatecas.

Cabe mencionar que la NOM-008-SEMARNAT-1996, menciona que se deberá dejar el 20% de las plantas de etapa de madurez de cosecha y en el presente aviso de aprovechamiento solo se extraerá el 40% del total de posibilidad de extracción, por lo que permanecerá sin intervenir el 60 %.

Obtención del volumen aprovechable: En el cuadro 15, se muestra el desglose de la obtención del volumen aprovechable:

No.	Concepto.	Cantidad de Biomasa (Kg)
1	Existencias Reales de Biomasa Totales	2,249,113.44
2	Cantidad de plantas de <i>lechuguilla</i> que deberán permanecer sin aprovechar (60 % de las plantas existentes en edad de madurez de cosecha acorde a la NOM008-SEMARNAT-1996.	1,349,468.06
3	Cantidad total de biomasa de cogollos por aprovechar para el proceso de extracción de Ixtle (representa una I.C. del 40%).	899,645.37
4	Cantidad Residual Total	1,349,468.06

Cuadro 15.- Volumen aprovechable de *lechuguilla* (*Agave lechuguilla*), Ejido Clavellinas, El Salvador, Zacatecas.

7.7 Plan de aprovechamiento.

El período de aprovechamiento que se propone será de 5 años, tal como se aprecia en el cuadro 16:

Rodal	Anualidad	Sup (ha)	Existencias reales de Biomasa (Kg)	Posibilidad (40%)	Residuales (60%)
I	I (2019 - 2020)	431.30	502,053.05	200,821.22	301,231.83
I y II	II (2020 - 2021)	747.50	407,797.27	163,118.91	244,678.36
I y III	III (2021 - 2022)	965.30	443,123.07	177,249.23	265,873.84
I y IV	IV (2022 – 2023)	606.00	391,875.31	156,750.12	235,125.19
I	V (2023 - 2024)	433.20	504,264.74	201,705.89	302,558.84
Total	-----	3,183.3	2,249,113.44	899,645.37	1,349,468.06

Cuadro 16.- Esquema de Aprovechamiento Anual de *Lechuguilla*, Ejido Clavellinas, El Salvador, Zacatecas.

7.8 Conversión de la Biomasa a Fibra.

Considerando que, para la obtención de fibra de lechuguilla, Berlanga *et al.* (1992), elaboraron en el estado de Coahuila una tabla de producción para determinar la biomasa del cogollo partir de su altura y diámetro basal, con el inconveniente que para transformar el valor obtenido al peso seco de la fibra es necesario aplicar factores en función del tipo de tallado del “cogollo”. Acorde a lo anterior, tendremos:

- **Tallado manual:** La Cantidad de Biomasa se multiplica por el 6.2 %.
- **Tallado a máquina:** La cantidad de Biomasa se multiplica por el 8%.

Para el caso del presente estudio y considerando que la mayor parte de la fibra que se obtiene en este predio es mediante el uso de máquinas talladoras, la cantidad de Biomasa por aprovechar en cada año, se multiplicó por el 8 % para conocer la cantidad de fibra seca resultante, dado que el rendimiento en el tallado a máquina es el 8% (Cuadro 17).

Rodal	Anualidad	Sup. (ha)	Posibilidad	Rendimiento del Biomasa a Fibra (%)	Kg de fibra seca/área de corta
I	I (2019 - 2020)	431.30	200,821.22	8%	16,065.70
I y II	II (2020 - 2021)	747.50	163,118.91	8%	13,049.51
I y III	III (2021 - 2022)	965.30	177,249.23	8%	14,179.94
I y IV	IV (2022 – 2023)	606.00	156,750.12	8%	12,540.01
I	V (2023 - 2024)	433.20	201,705.89	8%	16,136.47
Total		3,183.3	899,645.37	-----	71,971.63

Cuadro 17.- Kilogramos esperados de fibra seca por área de aprovechamiento, Ejido Clavellinas, El Salvador Zacatecas.

De igual forma, Chaves en 2015, en su investigación propone el siguiente plan de aprovechamiento de igual forma a 5 años (Cuadro 18).

Plan de Aprovechamiento Anual Ejido El Ojito, Ramos Arizpe, Coahuila.				
Anualidad	Rodal	superficie /ha	Biomasa /kg	Fibra/kg
1	I	299.00	55,717.33	4,457.39
2	II	305.00	56,835.40	4,546.83
3	III	352.60	65,705.45	5,256.44
4	IV	260.60	48,561.66	3,884.93
5	V	324.10	60,394.60	4,831.57
TOTAL		1,541.30	287,214.43	22,977.15

Cuadro 18.- Kilogramos esperados de fibra seca por área de aprovechamiento en Ejido El Ojito, municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

Comparándose ambos estudios se puede encontrar una diferencia de kilogramos entre ambas localidades de 48,994.48 kg, totales de fibra seca, esto es debido a la diferencia de superficie entre ambos Ejidos, (Clavellinas, El Salvador, Zacatecas, 3,183.3 y El Ojito, Ramos Arizpe, Coahuila 1,541.30) de igual forma, tamaño de cogollos, y densidad de población.

Cabe mencionar que el estudio de Ejido El Ojito, municipio de Ramos Arizpe, Coahuila, proyecta la extracción al 80%, tomando la referencia de la LGDFS y la norma NOM-008-RECNAT-1996, que marca que para la especie de *Agave lechuguilla* Torr. se puede extraer hasta el 80% de la población muestreada. Caso de Clavellinas que solo se toma el 40% en primer año de extracción. Dejando el 60% de repoblamiento o residual.

Como resultado se obtuvo que si es altamente viable el aprovechamiento racional, ordenada, todo bajo el marco de sustentabilidad, encontrándose en el rodal I, 821,583.68 kilogramos de Biomasa Real Aprovechable para la extracción de fibra seca (al 40% de extracción), en el rodal II, 23,433.38 kg, rodal III, 37,563.71 kg, y rodal IV 17,064.60 kg, para hacer un total de 899,645.37 kg de Biomasa Real Aprovechable y 71,971.63 kg de fibra seca de Ixtle.

7.9 Concentrado de existencias reales, posibilidad de aprovechamiento y el residual.

En el cuadro 19 se especifican los valores de la especie propuesta para el aprovechamiento y sus existencias reales totales, así como la posibilidad de aprovechamiento que se propone (40%) y la cantidad residual. Como se observa, la posibilidad de aprovechamiento es menor que la residual, por lo que se puede resumir que **no pone en peligro la permanencia del recurso y que el aprovechamiento es sostenible**. Aunado a ello, no se extraerán plantas completas sino solamente el cogollo.

Concepto	Individuos	Biomasa Kg
Existencias reales totales.	531, 900	2,249,113.44
Existencias Reales de Biomasa Aprovechable (40%).	212, 760.00	899,645.37
Existencias Reales de Biomasa Residuales (60%).	319,140.00	1,349,468.06

Cuadro 19.- Resumen de existencias reales, porcentaje de aprovechamiento y residuales de *Agave lechuguilla* Torr. en el Ejido Clavellinas, Municipio de El Salvador, Zacatecas.

VIII. CONCLUSIONES.

Se cumplieron los objetivos establecidos para esta investigación, entre otros;

- A) Evaluación Poblacional de *Agave lechuguilla* Torr. para Aprovechamiento Sustentable de Ixtle en Ejido Clavellinas, Municipio de El Salvador, Zacatecas.
- B) Estimar el volumen de biomasa por cada rodal en estudio.
- C) Estimar los kilogramos de fibra de ixtle a extraer por cada rodal.
- D) Estimar el volumen total de biomasa en kilogramos a aprovechar y,
- E) Estimar el volumen total en kilogramos de fibra de ixtle a aprovechar.

En todos los casos se generó la información para conocer las cantidades estimadas resultado del presente estudio.

El Ejido Clavellinas, El Salvador, Zacatecas, cuenta con todas las existencias reales para realizar un aprovechamiento forestal no maderable por 5 años, ingresando la venta de ixtle como una fuente base de la economía familiar, de concretarse, esto representaría una fuente de ingresos a la comunidad de forma permanente, manifestándose en una mejor calidad de vida de las familias beneficiarias,

El aprovechamiento de los recursos no maderables es viable técnicamente por que se cuenta con todos los medios y recursos necesarios para que lo sea, superficie, población de la especie, mano de obra calificada y en caso de hacer falta se contrataría a un técnico en la materia de estudios y permisos forestales.

El impacto ambiental es positivo, debido a que cuando la planta de lechuguilla llega a su madures fisiológica emerge su escapo floral y después muere, repoblando con los hijuelos, pero al extraer los cogollos para el ixtle, con un buen manejo, la planta puede prolongar de 5 a 6 años su ciclo de vida.

IX. RECOMENDACIONES.

El aprovechamiento de esta especie se realiza de preferencia cuando hay escases de lluvia y se prolonga la sequia, con el fin de mejorar la calidad de la fibra y evitar que se rompa durante el tallado, no obstante, se puede efectuar su extracción durante todo el año, la cual suele ocurrir frecuentemente por los pobladores de zonas áridas y semiáridas. Por otra parte, para su extracción se consideran los siguientes criterios de aprovechamiento de la lechuguilla.

- Llevar a cabo aprovechamientos cada 12 a 24 meses.
- Evitar su explotación en áreas donde se han extraído otras especies (Lechuguilla, Orégano) y cuya pendiente rebase los 40°.
- Aplicar las recomendaciones técnicas contenidas en la NOM (**NOM-008-SEMARNAT-1996**), con la finalidad de efectuar su explotación bajo un esquema de sustentabilidad.

Considerar al menos el 60% de las plantas adultas sin aprovechar, para garantizar la recuperación del área explotada para garantizar la formación de semilla y asegurar su reproducción.

X. LITERATURA CITADA.

Aguirre R. J. 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. México. 105-115 p.

Avilés, C. y M. Torres. E., 1991. Tablas de Rendimiento de peso de Fibra seca de Palma Samandoca en III Simposio Nacional Sobre Ecología, Manejo y Domesticación de Plantas Útiles del Desierto, INIFAP, Saltillo, México.

Blando, J. L. y S. Baca M. 2001. Determinación del potencial productivo de la lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) en el municipio de San Juan de Guadalupe, Durango. Revista Chapingo. Serie Zonas Áridas. 100-105 pp.

Bennet, D. P. y Humpries, D. A. 1981. Ecología de Campo. Editorial Blume. 32 p.

Berlanga, R., C., A. L., L., A., González, y Franco, L., H., 1992^a. Metodología para la Evaluación y Manejo de Lechuguilla en Condiciones Naturales. Folleto Técnico No. 1. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. SARH. Saltillo, Coahuila. 21 p.

Berlanga R., C. A., González L. L. A. y Franco L. H. 1992^b. Metodología para la evaluación y manejo de lechuguilla en condiciones naturales. Folleto Técnico No. 1 SARHINIFAP-CIRNE. Campo Experimental "La Saucedá" Saltillo, Coahuila, México. 22 p.

Carrasco, J. L. 1998. El Método Estadístico de la Investigación, 5^a. Edición. Madrid. España. Editorial Ciencia. 17 pp.

Castillo, Q. D., R. J. T. Sáenz, V. M. Narcia y R. J. A. Vázquez. 2013. Propiedades físico-mecánicas de la fibra de *Agave lechuguilla* Torr. de cinco procedencias bajo plantaciones. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 4: 78-91 pp.

Castillo, Q. D., A. O. Mares y G. E. E. Villavicencio. 2011. Lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) planta suculenta de importancia económica y social de las zonas áridas y semiáridas de México. Boletín de la Sociedad Latinoamericana y del Caribe de Cactáceas y otras Suculentas. INIFAP, Saltillo, Coahuila. 8(2): 6-9 pp.

Castillo, Q., D., P., A., Cano, y R., C., A. Berlanga. 2012. Establecimiento y aprovechamiento de lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.). Comisión Nacional Forestal-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México. 32 p.

Castillo, Q. D. 2008. Manejo Intensivo de Plantaciones de *Agave lechuguilla* para el incremento de fibra en el Noroeste de México. *In*. Catálogo de Recursos Forestales Maderables y no Maderables. SEMARNAT. México. 4-5 pp.

Castillo, Q. D., R. C. A. Berlanga y P. A. Cano. 2005. Recolección, extracción y uso de la fibra de lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) en el estado de Coahuila. CIR Noreste Centro. INIFAP. Publicación Especial Núm. 6. Saltillo, Coahuila. México. 13 p.

Castillo Q. D. y Sáenz R. J. T. 2005. Tarifa de rendimiento de cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel. Para el sur de Coahuila. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Folleto Técnico Núm. 19. Coahuila, México. 23 p.

Chávez, V. F. A. 2015. Propuesta de Aprovechamiento de R.F.N.M. en el Ejido "El Ojito", Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila. Tesis profesional. Departamento de Forestal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 82 p.

CONAFOR. 2013. Diseños Muestrales en Inventarios Forestales. Manual Técnico. 29 p.

Cruz, C., L. del Castillo, M., Robert y Ondarza, R. N. 1985. Biología y aprovechamiento integral del Henequén y otros Agaves. Centro de Investigación Científica de Yucatán. A.C. (CICY). 297 p.

Dewey, L., H., 1965. Fibras Vegetales y su producción en América. 3° Edición. Agencia para el Desarrollo Internacional. México D.F. 97 p.

Eguiarte, L. E. y V. Souza. 2007. Historia Natural del Agave y sus parientes. Evolución y Ecología. Departamento de Ecología Evolutiva. Instituto de Ecología. UNAM. 12-14 pp.

FAO, 2000. Estado de la Información Forestal en México. <http://www.fao.org/DOCREP/006/AD398S/AD398S00.HTM>

Flores, M., S., 1986. Estudio Citogenético de *Agave crassispina* Trel. Y *Agave lechuguilla* Torr. En el Municipio de Pinos, Zacatecas, y en el municipio de Real de Catorce, San Luis Potosí, México. Tesis profesional. Escuela Nacional de Estudios Profesionales. UNAM. Los Reyes Iztacala. México. 124 p.

Freeman, C., E., y Reid, W., H., 1985. Aspects of the reproductive biology of *Agave Lechuguilla* Torr. *Desert Plants* 7, 75-80 pp.

Freeman, C., E., R., S., Tiffany y Reid. W., H., 1977. Germination Responses of *Agave lechuguilla* a. *parryi* and *Fouquieria Splendens*. *Southwestern Naturalist*. 22: 195-204 pp.

Freeman, C., E., 1973. Some Germination Responses of *Lechuguilla* (*Agave Lechuguilla*: Agavacea). *Southwestern Naturalist*. 18:125-134 pp.

Gómez, J., D., A., I., Monterroso, J., A., Tinoco. Y Toledo, M. L. 2010. Cuarta Comunicación Nacional de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 62 p.

Juárez, A., C., A., V., R., Rivera. Y Rechy de Von, R. M. A. 2004. Uso de Fibras Naturales de *Lechuguilla* como refuerzo en concreto. FCF- UANL. *Ingenierías* 7(22): 7-19 pp.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS). 2003. Título primero. Capítulo II. Artículo VII. Fracción XVIII y XXIX. Sección III. Del aprovechamiento de los recursos forestales no maderables. Diario Oficial de la Federación (DOF). Actualizado al 06 de Marzo de 2015. 80 p.

Magallán, E., F., 1998. Las Agaváceas de Querétaro. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro. 155 p.

Maiti, M. R. 1995. Fibras Vegetales en el mundo. Aspectos botánicos, calidad y utilidad. Editorial Trillas. México. D.F. 300 p.

Martínez, B., O., U., Q., D., Castillo, y O., M., Arreola. 2011. Caracterización y selección de sitios para plantaciones de Lechuguilla (*Agave Lechuguilla* Torr.) En el estado de Coahuila. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Centro de Investigación Regional Noreste Campo Experimental Saltillo, Saltillo, Coahuila. Folleto Técnico No 47.

Mayorga, H., E., K, D., Rossel, L., H., Ortiz, C., A., R., Quero, y Amante, O., A. 2004. Análisis comparativo en la calidad de fibra de *Agave lechuguilla* Torr. Procesada manual y mecánicamente. Ensayo. Agrociencia. 38 (2): 219-225 pp.

Mueller-Dombois, D. and Hellenberg, H. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. Editorial Wiley. New York. 547 p.

Narcia, V., M., D., D. Castillo Q., J., A., Vázquez R., y C., A., Verlanga, R., 2012. Nota de investigación turno técnico de la lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) en el Noroeste de México. Revista Mexicana Ciencias Forestales. 3(9): 81-88 pp.

Nobel, P. S. 1998. Los Incomparables Agaves y Cactus. Edit, Trillas. México D.F. 211 p.

Nobel P. S. Quero E. y Linares H. 1988. Differential growth responses of agaves to nitrogen, phosphorus, potassium, and boron applications. Journal of Plant Nutrition, 11 (12), 1683-1700 pp.

Nobel, P., S., y Quero, E. 1986. Environmental Productivity Indices for a Chihuahuan Desert CAM plant, *Agave lechuguilla*. Ecology. 67:1-11 pp.

NORMA OFICIAL MEXICANA. NOM-008-SEMARNAT-1996.

Pando, M., M., R., Pulido, D., Castillo, E., Jurado, and J. Jiménez. 2008. Estimating fiber of *lechuguilla*, (*Agave Lechuguilla* Torr. agavacea) a traditional non-timber forest product in México. *Forest Ecology and Management*. 255 (11): 3686-3690 pp.

Ramos, B. G. E. 2015. Análisis de la Viabilidad del Aprovechamiento de especies Forestales no Maderables en el Ejido San Miguel, Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila. Tesis profesional. Departamento de Forestal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 77 p.

Reyes, A., J., A., J. R., Aguirre R., y C., B., Peña V., 2000. Biología y Aprovechamiento de *Agave lechuguilla* Torrey. *Boletín Sociedad Botánica*. México. 67: 75:88 pp.

Reyes, A., J. Y Aguirre, R., R., 1999. Fitogeografía de la Sierra Monte Grande, Charcas, San Luis Potosí, México. *Caldasia*. 21, 50-69 pp.

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Ed. Limusa. México, D.F. 432 p.

Rzedowsky, J. 1964. *Botánica Económica*. En: Beltrán E. (Ed). *Las Zonas Áridas en el noroeste de México y el aprovechamiento de sus recursos*. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D.F. pp. 135-152 pp.

SAGARPA, 2009. Estudio Orientado a Identificar los Mercados y canales de Comercialización Internacionales para la Oferta de Productos de Ixtle con valor Agregado. Empresa Integradora de Ixtleros de Zacatecas S.A. de C.V. 388 p.

Sáenz, R. J. T. y Villavicencio, G. E. E. 1993. Guía Para La Evaluación Del Orégano En El Estado De Coahuila. Folleto técnico No. 6 "La Saucedá". CIRNE-INIFAP. Saltillo, Coahuila, México. 13 p.

SEMARNAT, 2008. Unidad de Aprovechamiento y Restauración de Recursos Naturales, Aprovechamiento Forestal no Maderable, SEMARNAT. Delegación Federal de los Estados.

Sheldom, S., 1980. Ethnobotany ok *Agave lechuguilla* and *Yucca Carnerosana* in Mexico's Zona Ixtlera. *Economic Botany* 34, 376-390 pp.

Villarreal, R., L., y Maiti, R., K., 1989. Características Morfoanatómicas y Productividad de Fibra en *Agave lechuguilla* Torr. en Nuevo León. Turrialba. 41: (3): 423-429 pp.

Villavicencio, G. E. E. y Franco, L. H. 1993. Guía para la Evaluación de Palma Samandoca (*Yucca Carnerosana* Trel.) en el Estado de Coahuila. Folleto Técnico No. 2. C.E. "La Saucedá", Saltillo, Coahuila. México. INIFAP-SARH. 18 P.

Zamora-Martínez, M., C., B., E., Velasco, Q., D., Castillo, y Arellano, R., A. 2007. Manual que Establece los Criterios Técnicos para el Aprovechamiento Sustentable de Recursos Forestales no Maderables de Clima Árido y Semiárido. SEMARNAT-INIFAP-CIRNE. 38-44 PP.

Anexo I.
**Coordenadas geográficas de los rodales por
aprovechar.**

Coordenadas geográficas de los vértices del rodal I de Lechuguilla, Ejido Clavellinas, Municipio de El Salvador, Zacatecas.

Vértices No.	Coordenadas Geográficas (Datum WGS84)	
	Longitud W (X) GGG/MM/SS.S	Latitud N (Y) GGG/MM/SS. S
1	100° 52´ 54.6"	24° 25´ 03.5"
2	100° 52´ 45.7"	24° 24´ 51.7"
3	100° 52´ 34.9"	24° 24´ 26.6"
4	100° 52´ 41.3"	24° 24´ 21.1"
5	100° 52´ 48.9"	24° 24´ 19.6"
6	100° 52´ 48.4"	24° 24´ 16.9"
7	100° 52´ 39.3"	24° 24´ 15.0"
8	100° 52´ 32.9"	24° 24´ 08.1"
9	100° 52´ 32.2"	24° 23´ 52.3"
10	100° 52´ 27.0"	24° 23´ 39.0"
11	100° 52´ 21.1"	24° 23´ 08.0"
12	100° 52´ 24.7"	24° 22´ 47.3"
13	100° 52´ 33.6"	24° 22´ 38.9"
14	100° 52´ 48.9"	24° 22´ 38.9"
15	100° 52´ 51.9"	24° 22´ 42.8"
16	100° 52´ 56.8"	24° 22´ 41.1"
17	100° 53´ 02.4"	24° 22´ 42.1"
18	100° 53´ 13.0"	24° 22´ 51.5"
19	100° 53´ 19.7"	24° 22´ 49.9"
20	100° 53´ 35.9"	24° 22´ 50.9"
21	100° 53´ 39.4"	24° 22´ 50.4"
22	100° 53´ 43.8"	24° 22´ 56.4"
23	100° 53´ 40.4"	24° 23´ 09.9"
24	100° 53´ 45.1"	24° 23´ 18.1"
25	100° 53´ 47.8"	24° 23´ 16.5"
26	100° 53´ 44.8"	24° 23´ 10.2"
27	100° 53´ 45.8"	24° 23´ 06.9"
28	100° 53´ 47.7"	24° 23´ 03.5"
29	100° 53´ 49.5"	24° 23´ 03.7"
30	100° 53´ 51.9"	24° 23´ 01.6"

Vértices No.	Coordenadas Geográficas (Datum WGS84)	
	Longitud W (X) GGG/MM/SS.S	Latitud N (Y) GGG/MM/SS.S
31	100° 53´ 52.0"	24° 22´ 53.1"
32	100° 54´ 00.8"	24° 22´ 45.8"
33	100° 54´ 11.1"	24° 22´ 44.8"
34	100° 54´ 20.7"	24° 22´ 41.4"
35	100° 54´ 33.9"	24° 22´ 46.3"
36	100° 54´ 37.5"	24° 22´ 51.5"
37	100° 54´ 39.7"	24° 22´ 56.9"
38	100° 54´ 44.2"	24° 23´ 13.3"
39	100° 54´ 48.9"	24° 23´ 13.3"
40	100° 54´ 52.8"	24° 23´ 15.4"
41	100° 54´ 53.6"	24° 23´ 19.5"
42	100° 54´ 47.9"	24° 23´ 23.0"
43	100° 54´ 53.6"	24° 23´ 29.2"
44	100° 54´ 55.5"	24° 23´ 34.8"
45	100° 54´ 52.3"	24° 23´ 46.1"
46	100° 54´ 55.5"	24° 23´ 48.6"
47	100° 55´ 00.5"	24° 23´ 36.8"
48	100° 55´ 10.0"	24° 23´ 42.2"
49	100° 55´ 09.6"	24° 23´ 44.2"
50	100° 55´ 03.9"	24° 23´ 54.7"
51	100° 55´ 08.1"	24° 24´ 07.5"
52	100° 55´ 17.5"	24° 24´ 21.6"
53	100° 55´ 26.1"	24° 24´ 33.0"
54	100° 55´ 27.6"	24° 24´ 43.6"
55	100° 55´ 05.8"	24° 25´ 24.0"
56	100° 52´ 59.7"	24° 24´ 36.9"

Coordenadas geográficas de los vértices del rodal II de Lechuguilla, Ejido Clavellinas, Municipio de El Salvador, Zacatecas.

Vértices No.	Coordenadas Geográficas (Datum WGS84)	
	Longitud W (X) GGG/MM/SS.S	Latitud N (Y) GGG/MM/SS.S
1	100° 56´ 29.4"	24° 22´ 49.6"
2	100° 56´ 26.2"	24° 22´ 47.5"
3	100° 56´ 21.7"	24° 22´ 45.5"
4	100° 56´ 16.5"	24° 22´ 43.2"
5	100° 56´ 10.8"	24° 22´ 42.5"
6	100° 56´ 04.6"	24° 22´ 47.6"
7	100° 56´ 00.3"	24° 22´ 46.9"
8	100° 55´ 58.9"	24° 22´ 43.3"
9	100° 55´ 52.9"	24° 22´ 41.4"
10	100° 55´ 47.8"	24° 22´ 39.8"
11	100° 55´ 39.9"	24° 22´ 40.8"
12	100° 55´ 37.2"	24° 22´ 42.6"
13	100° 55´ 33.9"	24° 22´ 42.3"
14	100° 55´ 33.6"	24° 22´ 39.3"
15	100° 55´ 31.9"	24° 22´ 36.5"
16	100° 55´ 24.9"	24° 22´ 37.0"
17	100° 55´ 21.5"	24° 22´ 40.4"
18	100° 55´ 18.2"	24° 22´ 40.8"
19	100° 55´ 18.3"	24° 22´ 37.6"
20	100° 55´ 16.0"	24° 22´ 34.6"
21	100° 55´ 14.2"	24° 22´ 32.9"

Vértices No.	Coordenadas Geográficas (Datum WGS84)	
	Longitud W (X) GGG/MM/SS.S	Latitud N (Y) GGG/MM/SS.S
23	100° 55´ 06.0"	24° 22´ 32.7"
24	100° 54´ 59.6"	24° 22´ 32.8"
25	100° 54´ 58.0"	24° 22´ 29.7"
26	100° 54´ 56.8"	24° 22´ 27.7"
27	100° 54´ 52.1"	24° 22´ 30.9"
28	100° 54´ 47.5"	24° 22´ 28.5"
29	100° 54´ 50.3"	24° 22´ 26.1"
30	100° 54´ 53.2"	24° 22´ 21.8"
31	100° 54´ 52.4"	24° 22´ 20.3"
32	100° 54´ 49.9"	24° 22´ 19.8"
33	100° 54´ 47.1"	24° 22´ 17.1"
34	100° 54´ 47.9"	24° 22´ 14.3"
35	100° 54´ 46.7"	24° 22´ 11.3"
36	100° 54´ 51.8"	24° 22´ 09.2"
37	100° 54´ 55.2"	24° 22´ 00.4"
38	100° 54´ 57.8"	24° 21´ 49.2"
39	100° 55´ 25.4"	24° 21´ 48.9"
40	100° 55´ 29.6"	24° 21´ 56.8"
41	100° 56´ 58.0"	24° 21´ 57.6"
42	100° 56´ 40.8"	24° 22´ 28.0"

Coordenadas geográficas de los vértices del rodal III de Lechuguilla, Ejido Clavellinas, Municipio de El Salvador, Zacatecas.

Vértices No.	Coordenadas Geográficas (Datum WGS84)	
	Longitud W (X) GGG/MM/SS.S	Latitud N (Y) GGG/MM/SS.S
1	100° 51´ 41.5"	24° 25´ 45.3"
2	100° 51´ 58.7"	24° 24´ 48.2"
3	100° 51´ 54.1"	24° 24´ 47.7"
4	100° 51´ 51.9"	24° 24´ 49.1"
5	100° 51´ 50.2"	24° 24´ 52.5"
6	100° 51´ 42.1"	24° 24´ 54.2"
7	100° 51´ 36.5"	24° 24´ 57.6"
8	100° 51´ 30.7"	24° 24´ 58.4"
9	100° 51´ 24.9"	24° 24´ 59.5"
10	100° 51´ 21.9"	24° 25´ 02.3"
11	100° 51´ 18.3"	24° 25´ 02.1"
12	100° 51´ 17.2"	24° 24´ 56.9"
13	100° 51´ 18.8"	24° 24´ 49.7"
14	100° 51´ 19.6"	24° 24´ 43.4"
15	100° 51´ 23.7"	24° 24´ 34.1"
16	100° 51´ 25.1"	24° 24´ 27.7"
17	100° 51´ 27.9"	24° 24´ 24.3"
18	100° 51´ 32.6"	24° 24´ 17.4"
19	100° 51´ 36.6"	24° 24´ 14.3"
20	100° 51´ 41.0"	24° 24´ 15.3"
21	100° 51´ 47.3"	24° 24´ 14.9"
22	100° 51´ 57.4"	24° 24´ 13.4"
23	100° 52´ 05.3"	24° 24´ 14.2"
24	100° 52´ 08.4"	24° 24´ 13.7"
25	100° 52´ 11.0"	24° 23´ 55.5"
26	100° 52´ 09.6"	24° 23´ 55.3"

Vértices No.	Coordenadas Geográficas (Datum WGS84)	
	Longitud W (X) GGG/MM/SS.S	Latitud N (Y) GGG/MM/SS.S
27	100° 51´ 57.8"	24° 23´ 49.9"
28	100° 51´ 51.7"	24° 23´ 50.0"
29	100° 51´ 44.6"	24° 23´ 46.8"
30	100° 51´ 51.9"	24° 23´ 28.9"
31	100° 51´ 54.2"	24° 23´ 27.2"
32	100° 51´ 58.0"	24° 23´ 27.5"
33	100° 52´ 00.0"	24° 23´ 25.9"
34	100° 52´ 09.3"	24° 23´ 03.6"
35	100° 52´ 12.8"	24° 22´ 58.0"
36	100° 52´ 21.0"	24° 22´ 58.7"
37	100° 52´ 15.8"	24° 23´ 24.3"
38	100° 52´ 09.6"	24° 23´ 22.9"
39	100° 52´ 08.5"	24° 23´ 27.1"
40	100° 52´ 10.2"	24° 23´ 28.9"
41	100° 52´ 16.2"	24° 23´ 29.5"
42	100° 52´ 20.8"	24° 23´ 08.7"
43	100° 52´ 22.5"	24° 23´ 18.6"
44	100° 52´ 26.9"	24° 23´ 39.6"
45	100° 52´ 32.0"	24° 23´ 52.9"
46	100° 52´ 32.6"	24° 24´ 08.3"
47	100° 52´ 39.3"	24° 24´ 15.2"
48	100° 52´ 40.7"	24° 24´ 21.0"
49	100° 52´ 34.2"	24° 24´ 26.5"
50	100° 52´ 45.3"	24° 24´ 51.8"
51	100° 52´ 54.7"	24° 25´ 04.6"
52	100° 52´ 49.8"	24° 25´ 32.1"

Coordenadas geográficas de los vértices del rodal IV de Lechuguilla, Ejido Clavellinas, Municipio de El Salvador, Zacatecas.

Vértices No.	Coordenadas Geográficas (Datum WGS84)	
	Longitud W (X) GGG/MM/SS.S	Latitud N (Y) GGG/MM/SS.S
1	100° 52´ 08.7"	24° 21´ 13.2"
2	100° 51´ 59.3"	24° 21´ 10.3"
3	100° 51´ 52.1"	24° 21´ 08.0"
4	100° 51´ 40.5"	24° 21´ 06.5"
5	100° 51´ 24.4"	24° 21´ 06.7"
6	100° 51´ 13.3"	24° 21´ 11.0"
7	100° 51´ 08.2"	24° 21´ 11.3"
8	100° 51´ 02.2"	24° 21´ 08.9"
9	100° 50´ 57.6"	24° 21´ 08.6"
10	100° 51´ 04.6"	24° 20´ 35.5"
11	100° 51´ 46.7"	24° 20´ 07.7"

Vértices No.	Coordenadas Geográficas (Datum WGS84)	
	Longitud W (X) GGG/MM/SS.S	Latitud N (Y) GGG/MM/SS.S
12	100° 51´ 51.4"	24° 20´ 13.0"
13	100° 51´ 50.5"	24° 20´ 15.2"
14	100° 51´ 50.6"	24° 20´ 17.7"
15	100° 51´ 52.0"	24° 20´ 19.3"
16	100° 51´ 55.7"	24° 20´ 17.3"
17	100° 51´ 56.3"	24° 20´ 19.0"
18	100° 52´ 03.5"	24° 20´ 24.7"
19	100° 52´ 07.1"	24° 20´ 26.9"
20	100° 52´ 11.2"	24° 20´ 30.6"
21	100° 52´ 24.4"	24° 20´ 40.1"

Anexo II.
**Coordenadas geográficas de los sitios
muestreados por rodal.**

Coordenadas geográficas de los sitios del muestreo del rodal I de Lechuguilla.

Sitio No.	Coordenadas Geográficas (Datum WGS84)	
	Longitud W (X) GGG/MM/SS.S	Latitud N (Y) GGG/MM/SS.S
1	100° 52' 24.4"	24° 23' 14.5"
2	100° 52' 24.4"	24° 23' 01.6"
3	100° 52' 38.2"	24° 22' 48.5"
4	100° 52' 38.5"	24° 23' 01.3"
5	100° 52' 38.5"	24° 23' 14.5"
6	100° 52' 38.8"	24° 23' 27.3"
7	100° 52' 39.1"	24° 23' 40.4"
8	100° 52' 39.1"	24° 23' 53.6"
9	100° 52' 39.4"	24° 24' 06.4"
10	100° 52' 39.8"	24° 24' 32.3"
11	100° 52' 54.5"	24° 24' 58.3"
12	100° 52' 54.2"	24° 24' 45.1"
13	100° 52' 53.9"	24° 24' 32.3"
14	100° 52' 53.9"	24° 24' 19.2"
15	100° 52' 53.5"	24° 24' 06.4"
16	100° 52' 53.2"	24° 23' 53.2"
17	100° 52' 53.2"	24° 23' 40.1"
18	100° 52' 53.2"	24° 23' 27.3"
19	100° 52' 52.9"	24° 23' 14.1"
20	100° 52' 52.6"	24° 23' 01.3"
21	100° 52' 52.6"	24° 22' 48.2"
22	100° 53' 06.7"	24° 22' 48.2"
23	100° 53' 07.0"	24° 23' 01.0"
24	100° 53' 07.0"	24° 23' 14.1"
25	100° 53' 07.3"	24° 23' 27.0"
26	100° 53' 07.3"	24° 23' 40.1"
27	100° 53' 07.6"	24° 23' 52.9"
28	100° 53' 08.0"	24° 24' 06.0"
29	100° 53' 08.0"	24° 24' 19.2"
30	100° 53' 08.3"	24° 24' 32.0"
31	100° 53' 22.7"	24° 24' 44.8"
32	100° 53' 22.4"	24° 24' 32.0"
33	100° 53' 22.4"	24° 24' 18.9"
34	100° 53' 22.1"	24° 24' 05.7"
35	100° 53' 21.7"	24° 23' 52.9"
36	100° 53' 21.7"	24° 23' 39.8"
37	100° 53' 21.4"	24° 23' 27.0"

Sitio No.	Coordenadas Geográficas (Datum WGS84)	
	Longitud W (X) GGG/MM/SS.S	Latitud N (Y) GGG/MM/SS.S
56	100° 53' 49.6"	24° 23' 13.5"
57	100° 54' 03.4"	24° 22' 47.2"
58	100° 54' 03.7"	24° 23' 00.4"
59	100° 54' 03.7"	24° 23' 13.2"
60	100° 54' 04.1"	24° 23' 26.3"
61	100° 54' 04.4"	24° 23' 39.5"
62	100° 54' 04.4"	24° 23' 52.3"
63	100° 54' 04.7"	24° 24' 05.4"
64	100° 54' 05.0"	24° 24' 18.2"
65	100° 54' 05.0"	24° 24' 31.4"
66	100° 54' 05.3"	24° 24' 44.2"
67	100° 54' 05.3"	24° 24' 57.3"
68	100° 54' 19.8"	24° 24' 57.0"
69	100° 54' 19.4"	24° 24' 44.2"
70	100° 54' 19.4"	24° 24' 31.4"
71	100° 54' 19.1"	24° 24' 18.2"
72	100° 54' 18.8"	24° 24' 05.1"
73	100° 54' 18.5"	24° 23' 52.3"
74	100° 54' 18.5"	24° 23' 39.1"
75	100° 54' 18.2"	24° 23' 26.3"
76	100° 54' 17.8"	24° 23' 13.2"
77	100° 54' 17.8"	24° 23' 00.0"
78	100° 54' 17.8"	24° 22' 47.2"
79	100° 54' 31.9"	24° 22' 46.9"
80	100° 54' 31.9"	24° 23' 00.0"
81	100° 54' 32.3"	24° 23' 13.2"
82	100° 54' 32.6"	24° 23' 26.0"
83	100° 54' 32.6"	24° 23' 38.8"
84	100° 54' 32.9"	24° 23' 51.9"
85	100° 54' 32.9"	24° 24' 05.1"
86	100° 54' 33.2"	24° 24' 17.9"
87	100° 54' 33.2"	24° 24' 31.0"
88	100° 54' 33.5"	24° 24' 43.9"
89	100° 54' 33.9"	24° 24' 57.0"
90	100° 54' 33.9"	24° 25' 09.8"
91	100° 54' 48.3"	24° 25' 09.8"
92	100° 54' 48.0"	24° 24' 57.0"

38	100° 53' 21.4"	24° 23' 13.8"
39	100° 53' 21.1"	24° 23' 01.0"
40	100° 53' 35.5"	24° 23' 01.0"
41	100° 53' 35.5"	24° 23' 13.8"
42	100° 53' 35.5"	24° 23' 26.6"
43	100° 53' 35.8"	24° 23' 39.8"
44	100° 53' 36.2"	24° 23' 52.6"
45	100° 53' 36.2"	24° 24' 05.7"
46	100° 53' 36.5"	24° 24' 18.5"
47	100° 53' 36.5"	24° 24' 31.7"
48	100° 53' 36.8"	24° 24' 44.8"
49	100° 53' 51.2"	24° 24' 44.5"
50	100° 53' 50.9"	24° 24' 31.4"
51	100° 53' 50.6"	24° 24' 18.5"
52	100° 53' 50.3"	24° 24' 05.4"
53	100° 53' 50.3"	24° 23' 52.6"
54	100° 53' 50.0"	24° 23' 39.5"
55	100° 53' 49.6"	24° 23' 26.6"

93	100° 54' 48.0"	24° 24' 43.9"
94	100° 54' 47.6"	24° 24' 30.7"
95	100° 54' 47.3"	24° 24' 17.9"
96	100° 54' 47.3"	24° 24' 04.8"
97	100° 54' 47.0"	24° 23' 51.6"
98	100° 54' 46.7"	24° 23' 38.8"
99	100° 54' 46.7"	24° 23' 26.0"
100	100° 55' 00.8"	24° 23' 38.8"
101	100° 55' 01.1"	24° 23' 51.6"
102	100° 55' 01.4"	24° 24' 04.8"
103	100° 55' 01.4"	24° 24' 17.6"
104	100° 55' 01.7"	24° 24' 30.7"
105	100° 55' 02.1"	24° 24' 43.5"
106	100° 55' 02.1"	24° 24' 56.7"
107	100° 55' 02.4"	24° 25' 09.5"
108	100° 55' 16.5"	24° 24' 56.4"
109	100° 55' 16.2"	24° 24' 43.5"
110	100° 55' 16.2"	24° 24' 30.4"

Coordenadas geográficas de los sitios del muestreo del rodal II de Lechuguilla.

Sitio No.	Coordenadas Geográficas (Datum WGS84)	
	Longitud W (X) GGG/MM/SS.S	Latitud N (Y) GGG/MM/SS.S
1	100° 56´ 03.7"	24° 22´ 46.9"
2	100° 55´ 22.0"	24° 22´ 34.7"
3	100° 55´ 35.8"	24° 22´ 34.4"
4	100° 55´ 49.7"	24° 22´ 34.3"
5	100° 56´ 03.5"	24° 22´ 34.1"
6	100° 56´ 17.4"	24° 22´ 33.9"
7	100° 56´ 31.2"	24° 22´ 33.7"
8	100° 56´ 44.7"	24° 22´ 20.8"
9	100° 56´ 31.0"	24° 22´ 21.1"
10	100° 56´ 17.2"	24° 22´ 21.2"
11	100° 56´ 03.4"	24° 22´ 21.5"
12	100° 55´ 49.5"	24° 22´ 21.6"
13	100° 55´ 35.7"	24° 22´ 21.7"
14	100° 55´ 21.8"	24° 22´ 21.9"

Sitio No.	Coordenadas Geográficas (Datum WGS84)	
	Longitud W (X) GGG/MM/SS.S	Latitud N (Y) GGG/MM/SS.S
15	100° 55´ 07.9"	24° 22´ 22.1"
16	100° 54´ 54.1"	24° 22´ 22.5"
17	100° 54´ 53.9"	24° 22´ 09.7"
18	100° 55´ 07.9"	24° 22´ 09.5"
19	100° 55´ 21.7"	24° 22´ 09.4"
20	100° 55´ 35.5"	24° 22´ 09.1"
21	100° 55´ 49.4"	24° 22´ 08.9"
22	100° 56´ 03.1"	24° 22´ 08.8"
23	100° 56´ 17.0"	24° 22´ 08.7"
24	100° 56´ 30.9"	24° 22´ 08.5"
25	100° 56´ 44.7"	24° 22´ 08.2"
26	100° 55´ 35.2"	24° 21´ 57.0"
27	100° 55´ 21.5"	24° 21´ 56.8"
28	100° 55´ 07.7"	24° 21´ 56.8"

Coordenadas geográficas de los sitios del muestreo del rodal III de Lechuguilla.

Sitio No.	Coordenadas Geográficas (Datum WGS84)	
	Longitud W (X) GGG/MM/SS.S	Latitud N (Y) GGG/MM/SS.S
1	100° 52' 24.8"	24° 25' 34.3"
2	100° 52' 10.8"	24° 25' 34.6"
3	100° 51' 57.2"	24° 25' 34.7"
4	100° 51' 56.9"	24° 25' 22.1"
5	100° 52' 10.7"	24° 25' 21.9"
6	100° 52' 24.5"	24° 25' 21.6"
7	100° 52' 38.4"	24° 25' 21.6"
8	100° 52' 51.9"	24° 25' 08.7"
9	100° 52' 38.1"	24° 25' 08.7"
10	100° 52' 24.2"	24° 25' 09.0"
11	100° 52' 10.6"	24° 25' 09.1"
12	100° 51' 56.6"	24° 25' 09.3"
13	100° 51' 28.8"	24° 24' 57.1"
14	100° 51' 56.6"	24° 24' 56.6"
15	100° 52' 10.4"	24° 24' 56.6"
16	100° 52' 24.2"	24° 24' 56.3"
17	100° 52' 38.2"	24° 24' 56.0"
18	100° 52' 37.9"	24° 24' 43.5"
19	100° 52' 23.9"	24° 24' 43.5"
20	100° 52' 10.1"	24° 24' 43.8"
21	100° 51' 56.3"	24° 24' 43.8"

Sitio No.	Coordenadas Geográficas (Datum WGS84)	
	Longitud W (X) GGG/MM/SS.S	Latitud N (Y) GGG/MM/SS.S
22	100° 51' 42.6"	24° 24' 44.1"
23	100° 51' 28.6"	24° 24' 44.1"
24	100° 51' 28.3"	24° 24' 31.6"
25	100° 51' 42.1"	24° 24' 31.5"
26	100° 51' 56.1"	24° 24' 31.3"
27	100° 52' 10.0"	24° 24' 31.0"
28	100° 52' 23.8"	24° 24' 30.9"
29	100° 52' 37.5"	24° 24' 18.1"
30	100° 52' 23.6"	24° 24' 18.3"
31	100° 52' 10.0"	24° 24' 18.6"
32	100° 51' 56.0"	24° 24' 18.6"
33	100° 51' 42.0"	24° 24' 18.8"
34	100° 52' 23.5"	24° 24' 05.6"
35	100° 52' 23.2"	24° 23' 52.8"
36	100° 52' 09.4"	24° 23' 53.1"
37	100° 51' 55.4"	24° 23' 40.6"
38	100° 52' 09.2"	24° 23' 40.5"
39	100° 52' 23.0"	24° 23' 40.3"
40	100° 52' 22.9"	24° 23' 27.5"
41	100° 51' 55.2"	24° 23' 28.0"
42	100° 52' 08.8"	24° 23' 15.0"

Coordenadas geográficas de los sitios del muestreo del rodal IV de Lechuguilla.

Sitio No.	Coordenadas Geográficas (Datum WGS84)	
	Longitud W (X) GGG/MM/SS.S	Latitud N (Y) GGG/MM/SS.S
1	100° 52´ 07.0"	24° 21´ 08.3"
2	100° 51´ 11.7"	24° 21´ 09.0"
3	100° 51´ 11.5"	24° 20´ 56.3"
4	100° 51´ 25.3"	24° 20´ 56.2"
5	100° 51´ 39.1"	24° 20´ 56.0"
6	100° 51´ 52.9"	24° 20´ 55.9"
7	100° 52´ 06.8"	24° 20´ 55.7"
8	100° 52´ 20.4"	24° 20´ 42.8"
9	100° 52´ 06.6"	24° 20´ 43.0"
10	100° 51´ 52.8"	24° 20´ 43.2"

Sitio No.	Coordenadas Geográficas (Datum WGS84)	
	Longitud W (X) GGG/MM/SS.S	Latitud N (Y) GGG/MM/SS.S
11	100° 51´ 39.0"	24° 20´ 43.4"
12	100° 51´ 25.1"	24° 20´ 43.5"
13	100° 51´ 11.3"	24° 20´ 43.7"
14	100° 51´ 11.7"	24° 20´ 31.1"
15	100° 51´ 24.9"	24° 20´ 30.8"
16	100° 51´ 38.7"	24° 20´ 30.7"
17	100° 51´ 52.7"	24° 20´ 30.5"
18	100° 52´ 06.5"	24° 20´ 30.4"
19	100° 51´ 38.6"	24° 20´ 18.0"

Anexo III.
Cálculos estadísticos de lechuguilla por rodal.

Promedios de densidad y biomasa en kg por sitio y por hectarea en el rodal I.

	Sitio No.	Densidad/sitio	Vol. /kg	No. de Plantas / Ha.	Biomasa / Kg / Ha.
	1	126.00	28.95	3,150.00	723.68
	2	282.00	71.78	7,050.00	1,794.60
	3	150.00	31.96	3,750.00	798.93
	4	133.00	26.14	3,325.00	653.61
	5	305.00	80.06	7,625.00	2,001.48
	6	135.00	41.19	3,375.00	1,029.70
	7	297.00	42.59	7,425.00	1,064.72
	8	241.00	62.01	6,025.00	1,550.31
	9	162.00	44.97	4,050.00	1,124.35
	10	193.00	49.28	4,825.00	1,232.07
	11	122.00	27.93	3,050.00	698.14
	12	147.00	39.06	3,675.00	976.41
	13	177.00	42.02	4,425.00	1,050.59
	14	271.00	52.72	6,775.00	1,318.04
	15	123.00	31.04	3,075.00	775.92
	16	146.00	39.00	3,650.00	975.05
	17	151.00	35.02	3,775.00	875.48
	18	283.00	92.01	7,075.00	2,300.30
	19	149.00	44.42	3,725.00	1,110.60
	20	274.00	62.12	6,850.00	1,552.95
	21	177.00	46.67	4,425.00	1,166.68
	22	279.00	58.13	6,975.00	1,453.17
	23	155.00	39.11	3,875.00	977.86
	24	171.00	55.43	4,275.00	1,385.77
	25	157.00	36.40	3,925.00	910.09
	26	149.00	39.84	3,725.00	995.91
	27	151.00	38.84	3,775.00	970.88
	28	132.00	38.84	3,300.00	970.88
	29	194.00	42.55	4,850.00	1,063.78
	30	179.00	44.80	4,475.00	1,120.02
	31	291.00	69.82	7,275.00	1,745.50
	32	190.00	55.55	4,750.00	1,388.86
	33	129.00	37.44	3,225.00	935.98
	34	120.00	26.46	3,000.00	661.47
	35	161.00	41.40	4,025.00	1,035.08
	36	220.00	68.58	5,500.00	1,714.60
	37	303.00	75.98	7,575.00	1,899.46
	38	188.00	51.83	4,700.00	1,295.74

39	219.00	51.73	5,475.00	1,293.24
40	139.00	26.68	3,475.00	666.96
41	266.00	65.27	6,650.00	1,631.82
42	127.00	34.85	3,175.00	871.21
43	169.00	40.08	4,225.00	1,002.09
44	125.00	26.63	3,125.00	665.63
45	135.00	32.58	3,375.00	814.44
46	156.00	47.49	3,900.00	1,187.21
47	322.00	72.75	8,050.00	1,818.86
48	160.00	32.64	4,000.00	816.01
49	172.00	55.95	4,300.00	1,398.72
50	166.00	49.08	4,150.00	1,226.97
51	175.00	59.67	4,375.00	1,491.81
52	170.00	55.26	4,250.00	1,381.48
53	267.00	62.41	6,675.00	1,560.16
54	145.00	53.05	3,625.00	1,326.34
55	133.00	47.09	3,325.00	1,177.18
56	172.00	52.07	4,300.00	1,301.69
57	255.00	69.96	6,375.00	1,748.88
58	173.00	49.21	4,325.00	1,230.33
59	123.00	33.39	3,075.00	834.68
60	167.00	46.54	4,175.00	1,163.57
61	170.00	29.37	4,250.00	734.24
62	146.00	37.15	3,650.00	928.83
63	171.00	45.80	4,275.00	1,144.94
64	149.00	36.43	3,725.00	910.84
65	184.00	54.45	4,600.00	1,361.24
66	169.00	42.98	4,225.00	1,074.48
67	168.00	44.97	4,200.00	1,124.31
68	127.00	29.92	3,175.00	747.89
69	142.00	30.88	3,550.00	771.96
70	145.00	34.68	3,625.00	867.03
71	163.00	31.95	4,075.00	798.78
72	152.00	42.25	3,800.00	1,056.30
73	146.00	42.40	3,650.00	1,059.99
74	162.00	44.77	4,050.00	1,119.27
75	145.00	40.38	3,625.00	1,009.50
76	274.00	65.28	6,850.00	1,631.97
77	145.00	39.85	3,625.00	996.16
78	177.00	47.86	4,425.00	1,196.57
79	167.00	45.64	4,175.00	1,140.92

80	149.00	36.55	3,725.00	913.68
81	188.00	52.51	4,700.00	1,312.65
82	182.00	41.87	4,550.00	1,046.69
83	156.00	40.45	3,900.00	1,011.30
84	277.00	78.10	6,925.00	1,952.62
85	139.00	32.86	3,475.00	821.57
86	163.00	42.25	4,075.00	1,056.17
87	169.00	45.05	4,225.00	1,126.17
88	187.00	52.27	4,675.00	1,306.70
89	165.00	35.62	4,125.00	890.56
90	161.00	29.62	4,025.00	740.40
91	163.00	40.64	4,075.00	1,015.95
92	172.00	52.37	4,300.00	1,309.18
93	147.00	46.09	3,675.00	1,152.19
94	155.00	48.97	3,875.00	1,224.18
95	163.00	50.61	4,075.00	1,265.37
96	180.00	41.14	4,500.00	1,028.53
97	174.00	57.13	4,350.00	1,428.25
98	149.00	51.78	3,725.00	1,294.53
99	188.00	66.85	4,700.00	1,671.32
100	176.00	43.73	4,400.00	1,093.17
101	181.00	49.04	4,525.00	1,225.96
102	184.00	49.78	4,600.00	1,244.53
103	137.00	41.21	3,425.00	1,030.32
104	151.00	39.69	3,775.00	992.14
105	213.00	57.02	5,325.00	1,425.50
106	193.00	54.12	4,825.00	1,353.04
107	178.00	50.50	4,450.00	1,262.53
108	166.00	43.58	4,150.00	1,089.54
109	171.00	44.29	4,275.00	1,107.24
110	165.00	42.80	4,125.00	1,069.89
Suma Total	19,593.00	5,121.80	489,825.00	128,045.06
Media	178.12	46.56	4,452.95	1,164.05
Desv_Est	47.42	12.79	1,185.47	319.68
Error estándar	0.43	0.12	10.78	2.91
Varianza	2,248.55	163.51	1,405,340.96	102,196.13
C.V	26.62	27.46	26.62	27.46
LI	177.41	46.37	4,435.23	1,159.27
LS	178.83	46.75	4,470.68	1,168.83

Promedios de densidad y biomasa en kg por sitio y por hectarea en el rodal II.

	Sitio	densidad/sitio	Vol./kg	No. de Plantas / Ha.	Biomasa / Kg / Ha.
	1	24.00	5.53	600.00	138.37
	2	23.00	4.59	575.00	114.83
	3	35.00	6.84	875.00	170.99
	4	26.00	4.81	650.00	120.21
	5	28.00	7.97	700.00	199.26
	6	31.00	7.26	775.00	181.59
	7	26.00	4.76	650.00	119.00
	8	26.00	6.04	650.00	151.06
	9	22.00	4.97	550.00	124.16
	10	13.00	3.26	325.00	81.62
	11	14.00	3.14	350.00	78.41
	12	25.00	5.80	625.00	145.08
	13	15.00	3.44	375.00	86.09
	14	20.00	3.88	500.00	96.98
	15	26.00	6.15	650.00	153.80
	16	24.00	5.75	600.00	143.67
	17	22.00	5.31	550.00	132.76
	18	22.00	5.18	550.00	129.51
	19	27.00	6.82	675.00	170.54
	20	22.00	5.08	550.00	127.11
	21	24.00	5.39	600.00	134.77
	22	21.00	5.66	525.00	141.39
	23	24.00	5.87	600.00	146.66
	24	24.00	6.84	600.00	171.07
	25	19.00	6.67	475.00	166.67
	26	16.00	3.86	400.00	96.56
	27	10.00	2.87	250.00	71.69
	28	20.00	2.87	500.00	71.69
Suma Total		629.00	146.62	15,725.00	3,665.56
Media		22.46	5.24	561.61	130.91
Desv_Est		5.41	1.38	135.31	34.51
Error Estándar		0.19	0.01	1.23	0.31
Varianza		29.29	1.91	18,309.36	1,190.76
C.V		24.09	26.36	24.09	26.36
LI		22.14	5.22	559.51	130.38
LS		22.79	5.26	563.70	131.45

Promedios de densidad y biomasa en kg por sitio y por hectarea en el rodal

III.

	Sitio	Densidad/sitio	Vol./kg	No. de Plantas / Ha.	Biomasa / Kg / Ha.
	1	22.00	5.24	550.00	130.94
	2	23.00	4.65	575.00	116.34
	3	21.00	4.87	525.00	121.68
	4	22.00	4.09	550.00	102.19
	5	31.00	8.56	775.00	213.95
	6	23.00	5.93	575.00	148.33
	7	23.00	4.90	575.00	122.52
	8	22.00	4.62	550.00	115.38
	9	23.00	6.36	575.00	159.01
	10	18.00	4.52	450.00	112.93
	11	23.00	5.85	575.00	146.27
	12	28.00	6.68	700.00	167.07
	13	25.00	5.67	625.00	141.86
	14	20.00	2.73	500.00	68.25
	15	26.00	6.70	650.00	167.58
	16	26.00	6.83	650.00	170.84
	17	22.00	5.81	550.00	145.31
	18	28.00	9.23	700.00	230.68
	19	29.00	8.97	725.00	224.25
	20	22.00	4.78	550.00	119.59
	21	24.00	5.39	600.00	134.69
	22	22.00	5.16	550.00	128.96
	23	25.00	5.59	625.00	139.76
	24	21.00	6.78	525.00	169.43
	25	20.00	6.58	500.00	164.41
	26	22.00	5.85	550.00	146.20
	27	21.00	5.36	525.00	134.01
	28	17.00	5.36	425.00	134.01
	29	19.00	4.85	475.00	121.32
	30	20.00	5.08	500.00	126.96
	31	21.00	4.11	525.00	102.68
	32	23.00	5.51	575.00	137.64
	33	19.00	5.11	475.00	127.72
	34	20.00	5.30	500.00	132.49
	35	23.00	6.33	575.00	158.23
	36	20.00	5.26	500.00	131.61

	37	18.00	5.39	450.00	134.79
	38	21.00	5.72	525.00	143.08
	39	21.00	3.88	525.00	96.92
	40	22.00	5.35	550.00	133.71
	41	22.00	6.48	550.00	162.03
	42	23.00	5.71	575.00	142.83
Suma Total		941.00	237.14	23,525.00	5,928.48
Media		22.40	5.65	560.12	141.15
Desv_Est		2.96	1.25	73.89	31.22
Error Estándar		0.07	0.03	1.76	0.74
Varianza		8.73	1.56	5,459.13	974.90
C.V		13.19	22.12	13.19	22.12
LI		22.29	5.60	557.16	139.90
LS		22.52	5.70	563.08	142.40

Promedios de densidad y biomasa en kg por sitio y por hectarea en el rodal IV.

	Sitio	Densidad/sitio	Vol./kg	No. de Plantas / Ha.	Biomasa / Kg / Ha.
	1	24.00	5.91	600.00	147.63
	2	20.00	4.19	500.00	104.87
	3	28.00	6.61	700.00	165.33
	4	27.00	4.67	675.00	116.80
	5	32.00	8.48	800.00	212.08
	6	25.00	7.67	625.00	191.64
	7	27.00	6.10	675.00	152.41
	8	22.00	5.54	550.00	138.53
	9	18.00	4.96	450.00	124.10
	10	19.00	4.56	475.00	114.07
	11	21.00	4.91	525.00	122.73
	12	22.00	4.83	550.00	120.87
	13	20.00	4.47	500.00	111.87
	14	25.00	5.71	625.00	142.71
	15	18.00	4.21	450.00	105.19
	16	21.00	4.61	525.00	115.24
	17	18.00	3.83	450.00	95.67
	18	22.00	6.53	550.00	163.25
	19	28.00	8.16	700.00	203.93
SUMA TOTAL		437.00	105.96	10,925.00	2,648.92
MEDIA		23.00	5.58	575.00	139.42
DESV_EST		4.03	1.38	100.69	34.39
Error estándar		0.21	0.07	5.30	1.81
Varianza		16.22	1.89	10,138.89	1,182.76
C.V		17.51	24.67	17.51	24.67
LI		22.63	5.45	565.81	136.28
LS		23.37	5.70	584.19	142.56