

DETERMINACION DEL POTENCIAL PRODUCTIVO DE LA LECHUGUILLA (*Agave lechuguilla* TORR) EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN DE GUADALUPE, DGO.

J. L. Blando-Navarrete¹ y S. Baca Marín¹

¹Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo.
A.P. 8 Bermejillo, Durango. México. 35230. E-mail: sbacam@yahoo.com.mx jlblando@chapingo.uruza.edu.mx

RESUMEN. El trabajo tuvo como finalidad determinar el potencial productivo de la lechuguilla (*Agave lechuguilla* TORR) en el municipio de San Juan de Guadalupe, Dgo., para caracterizar y plantear de acuerdo a las condiciones ambientales, un plan de manejo que permita el aprovechamiento del recurso sin deteriorar el ambiente. Se determinó el área de distribución de la lechuguilla en el municipio, mediante el uso de cartas topográficas y fotografías aéreas. Posteriormente se realizó el reconocimiento en campo y la toma de datos dimensionales de las plantas de lechuguilla. Así como el tallado de una planta aprovechable para ajustar un modelo de regresión lineal mediante el cual se estimó el peso seco de la fibra, utilizando el área de cobertura y el número de hojas tallables por planta. Se estimó de la densidad de plantas por hectárea en cada topografía y finalmente conjugando el peso promedio de la fibra seca por planta con la densidad de plantas se calculó el rendimiento potencial por hectárea, para cada topografía, las cuales fueron rodalizadas y caracterizadas para estimar su superficie para los municipios de Simón Bolívar y San Juan de Guadalupe, Durango, México.

Palabras clave: Topografía, rendimiento, fibra, plan de manejo.

SUMMARY. Determine the lechuguilla's (*Agave lechuguilla* Torr) productive potential in the area of San Juan de Guadalupe, Durango, was the objective of this survey, in order to develop an environmental management plan.

A preliminary recognition of the area was made first, using topographical charts and aerial pictures. After that, a field recognition was made to get dimensional data and aleatory pattern of "lechuguilla" plants. One of them was processes to set a linear regression model which helped to calculate the dry weight of fiber.

An estimate of the plants population per hectare for each topographic form was also carried to calculate potential yield. Supported on Blando's research (in press) for Simon Bolivar and San Juan de Guadalupe, Durango region.

Key words: Topographic form, productive potential, fiber, environmental management plan.

INTRODUCCIÓN

El matorral desértico rosetofoilo es una comunidad vegetal que ocupa una considerable superficie en las zonas áridas de México, en regiones cuya precipitación oscila entre los 200 a 500 mm en promedio anual. Se desarrolla en suelos cerriles derivados de rocas ricas en carbonato de calcio, siendo los elementos más característicos de este ecosistema las especies de *Agave*, *Hechtia* y *Dasyllirion*. Su característica principal es su forma de crecimiento "arrosetada" donde las hojas se encuentran dispuestas al rededor de un pseudo tallo, estas comunidades tienen particular interés desde el punto de vista económico, por que incluye un considerable número de plantas útiles para el hombre.

Los efectos de su empleo a menudo son muy notables en los alrededores de los poblados, obligando su recolección a mayor distancia y por consiguiente la necesidad del productor de invertir mayor cantidad de tiempo. Unas cuantas especies son o han sido objeto de explotación intensiva con fines de comercio e industrialización en escala más o menos importante (Rzedowski, 1991).

La explotación de la "lechuguilla" obedece a la demanda del mercado internacional. Sin embargo, al campesino de la región árida no se le plantea la disyuntiva de dedicarse o no a esta actividad, sino que la realidad la impone y acude a esta actividad forestal cuando no existe otra fuente de ingresos ya que en la zona las oportunidades son condicionadas por factores naturales

y económicos de difícil control, limitaciones a las que se añaden las del subdesarrollo (De la Garza, 1985).

La recolección y tallado del ixtle de "lechuguilla" a menudo se convierte en la única fuente de ingresos para los habitantes de estas zonas (García y González, 1991). Sin embargo, para obtener la fibra de "lechuguilla", aún se utilizan procedimientos rudimentarios, lo que hace de esta actividad un trabajo lento y agotador (De la Garza, 1985).

Desde el siglo pasado el ixtle de la "lechuguilla" se ha destinado a la exportación, principalmente, destinándose sólo una parte en la fabricación de cordelería, yutes, cepillos y otros artículos.

Según Zapien (1981), dentro de los usos de la "lechuguilla", sirve como forraje para mantener al ganado una parte del año, mientras que en el agostadero no se encuentre otro tipo de materia alimenticia aprovechable. Además por sus propiedades detergentes, se emplea en la fabricación de jabones líquidos o shampoo.

Reyes (1981) Menciona que la "lechuguilla" constituye un valioso recurso ecológico que tiene varias funciones importantes, que además de la formación, conservación y retención del suelo, tiene un papel muy eficaz contra el impacto de los procesos erosivos. Los métodos de extracción del ixtle son los siguientes: obtención de ixtle sin cortar la planta, obtención de ixtle cortando la planta, recolección de los cogollos y la utilización de talladoras mecánicas.

La producción de fibra de una planta de "lechuguilla" es de 8 a 12 % de su peso, 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, el tallado del "cogollo" es el más recomendable, debido a que la fibra es de mejor calidad, además ser el método de explotación más adecuado para la conservación del recurso (Cruz y Medina, 1988).

A pesar de que su explotación es y ha sido de manera tradicional en gran parte del Desierto Chihuahuense, no existen planes de manejo que aseguren la conservación y fomento de este recurso (Zarate, *et al.* 1991).

El potencial aprovechable de la "lechuguilla", se desconoce por la falta de una metodología para su cuantificación, debiendo ser ésta la base para la planificación de los programas de aprovechamientos (Avilés y Torres, 1991).

Según Zarate (1991), el empleo de análisis

dimensionales son métodos basados en regresión para relacionar dimensiones fácilmente medibles de la planta con la biomasa total o componentes de interés, de tal manera que son herramientas útiles en la estimación y la cuantificación de los productos a obtener de esta planta, y punto de partida en la elaboración de planes de manejo.

ANTECEDENTES

En los municipios de San Juan de Guadalupe y Simón Bolívar, Durango, Blando (en prensa) hizo un estudio en el que obtuvo la capacidad productiva de cada lugar, así como la caracterización de las unidades ambientales para ambos municipios.

Márquez (1997) realizó la caracterización de las comunidades vegetales del municipio de Mapimí, Durango, a partir de las variables ecológicas, las cuales se interrelacionan para ser cartografiadas a través de espaciomapas escala 1:250000 y de la interpretación de fotografías aéreas escala 1:75000, obteniendo como resultado final un mapa de unidades ambientales de cada rodal o polígono y plantea que con esto facilita el acceso a la información necesaria para la estimación de materia seca por sistema de geofoma, en este caso, esta información será una herramienta importante para la estimación de los potenciales de producción en el municipio.

Por otro lado y como continuación al estudio mencionado anteriormente Martínez (1997) realizó el diagnóstico de la situación del orégano en el municipio de Mapimí, Durango. Para ello, mediante regresión lineal, generó una ecuación para predicción de rendimiento del orégano (*Lippia berlandieri*), determinó el potencial productivo de cada una de las unidades ambientales determinadas por Márquez(1997) y planteó un plan de manejo para dicha especie en este municipio.

Zarate (1991), realizaron un estudio cuyo objetivo y resultado fue la generación de un modelo matemático para estimar la biomasa del "cogollo" de la "lechuguilla", a partir de dimensiones fácilmente medibles de la planta. Probaron como variables independientes tanto medidas directas como áreas y volúmenes generados de estas, analizando cada una de las relaciones en cuatro modelos de regresión simple, lineal, potencial, exponencial y logarítmica, donde los mejores resultados se obtuvieron del modelo potencial con un coeficiente de correlación de 0.761, utilizando como variable independiente el volumen del "cogollo". La ecuación que obtuvieron fue la siguiente:

$$Y = 0.563 X^{0.6093}$$

MATERIALES Y METODOS

Area de estudio. La superficie territorial del municipio de San Juan de Guadalupe, localizado en el noreste del Estado de Durango, comprende un área total de 2,343 km² (Rivera, 1987).

PROCEDIMIENTOS

- 1) Selección de los sitios de muestreo a partir de fotografías aéreas blanco y negro escala 1:75000, y ubicación de estos en mapas escala 1:250000.
- 2) Ubicación de las parcelas de muestreo, siguiendo el método preferencial de Matteucci

- 6) Descripción de rodales con poblaciones de "lechuguilla", en fotografías aéreas
- 7) Restitución de las fotografías aéreas y obtención de un mapa de unidades ambientales.
- 8) Estimación de la superficie de cada unidad ambiental.
- 9) Determinación del potencial productivo de fibra de lechuguilla en el municipio de San Juan de Guadalupe, Dgo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar las variables dimensionales y número de hojas aprovechables, se encontró que estas influyen directamente en la producción de fibra seca en cada planta de lechuguilla.

Cuadro 1. Descripción del potencial productivo por topografía para el municipio de San Juan de Guadalupe, Dgo.

Topografía	Plantas por hectárea	Plantas tallables por hectárea	Peso seco de la fibra (grs/planta)	Rendimiento potencial Kg ha ⁻¹	Superficie de la topografía ha	Rendimiento potencial por topografía ton
Sierra	20784	3392	45.60	154.675	29000	4485.575
Bajada	20784	3152	70.50	222.216	17950	3988.777
Loma	15840	3560	67.44	240.077	33450	8053.7565
Meseta	18520	1520	56.50	85.880	15200	1305.376
Total					95600	17833.9422

y Colma (1982), en campo, es decir, entendiendo que las unidades de muestreo se situaran en áreas consideradas típicas o representativas de la comunidad con base en criterios subjetivos o suposiciones *a priori* acerca de las propiedades de la vegetación y como se manifiestan estas en las fotografías aéreas, los autores reconocen que este método proporciona buenos resultados cuando se emplea en zonas extensas como en el presente estudio.

- 3) Muestreo de la vegetación y levantamiento de información, acerca de las condiciones donde se desarrolla, en cada sitio o parcela de acuerdo al método a escala logarítmica de McAuliffe (1990) modificado por Blando (en prensa) del cual se tomo una parcela circular de 8.92 metros de radio (250 metros cuadrados).
- 4) Elección de 4 ejemplares de lechuguilla (selección de un individuo con la altura que más se repite o moda en cada uno de los cuatro cuadrantes en que se divide la parcela) para su tallado y obtención de fibra, previa medición de sus dimensiones y conteo de hojas totales, hojas tallables, peso fresco de la planta, y peso fresco de la fibra.
- 5) Deshidratación de la fibra para la determinación del peso seco, para estimación del rendimiento potencial de fibra de "lechuguilla".

Los resultados obtenidos indican que utilizando las dimensiones de la planta para generar un modelo matemático, se tiene una aproximación aceptable de la producción que puede obtenerse de fibra seca por planta, en una superficie y topografía determinadas. El Cuadro 1 es el resumen de los resultados obtenidos.

El análisis y estimación del peso seco de la fibra se realizó mediante una regresión lineal, en la que se relaciono las diferentes medidas dimensionales de la planta tomadas durante el muestreo, así como el volumen de la planta y el área de cobertura, generados a partir de estas. Con la finalidad de obtener una ecuación con la cual estimar el peso seco de la fibra en las diferentes topografías.

Las variables que mejor ajustaron fueron: área de la cobertura y número de hojas aprovechables (tallables), con una R² de 0.7609, la fórmula resultante de la regresión es:

$$\text{Peso seco de fibra} = -2.155994 + 0.020571 (a) + 0.320297 (ht).$$

Donde (a) = área de cobertura.

(ht) = Número de hojas tallables.

$$\text{Área de cobertura} = (3.1416 * D^2) / 4$$

$$D = ((\text{Diámetro1} + \text{Diámetro2}) / 2)$$

La producción potencial se incrementa proporcionalmente con el incremento que tiene el número de plantas aprovechables en cada topoforma, no así con el número total de plantas por hectárea. Lo cual gráficamente se observa en la siguiente figura:

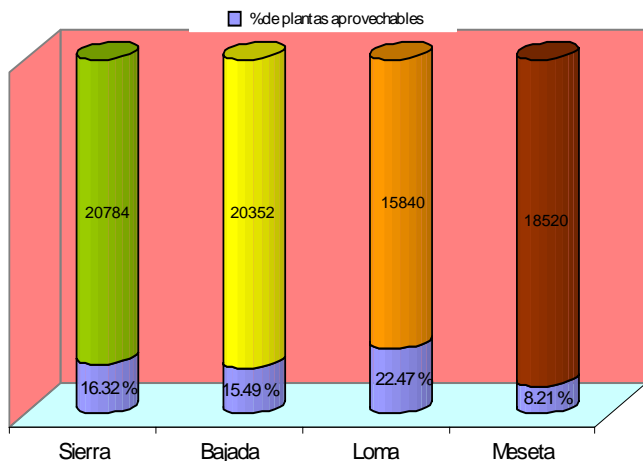


Figura 1. Relación porcentual del total de plantas aprovechables con respecto al total de plantas existentes por hectárea en cada topoforma.

La mayor producción potencial por hectárea se concentra en las topoformas Loma con 240.77 Kg ha⁻¹ de fibra seca, sin embargo el mayor peso seco de fibra por planta se encuentra en las bajadas.

Las topoformas lomas y bajadas presentan alta producción y alta productividad, las mesetas una producción media y una baja productividad. Las topoformas sierras tienen una baja producción y su productividad es media. El mayor número o porcentaje de plantas aprovechables en las lomas (22.47%) hace suponer que son sistemas ecológicos de mayor estabilidad y donde las plantas tienen un desarrollo más homogéneo, el bajo porcentaje de plantas aprovechables en las mesetas indica que los componentes mismos de estas no favorecen el óptimo desarrollo de la especie.

El uso de las medidas dimensionales de la planta para estimar el peso seco de la fibra fueron las que mejor se ajustaron en la obtención de la ecuación para predicción de rendimiento. Sin embargo, una variable que influye notablemente en la producción de la planta,

Cuadro 2. Descripción productiva de “lechuguilla” para la topoforma sierra.

Variable	Media	Desv. Std.	Mínimo	Máximo
Plantas Totales	519.60	241.5759370	136.00	860.00
Plantas tallables	84.80	56.2786717	28.00	208.00
Alto	50.50	11.2076363	33.00	66.00
Ancho 1	48.300	12.8586331	22.00	68.00
Ancho 2	55.80	16.1162444	19.00	77.00
Diámetro basal	7.50	1.5092309	5.00	10.00
Hojas tallables	22.50	6.1689185	15.00	31.00
Peso seco de la fibra	45.60	17.8695893	20.00	89.00

Cuadro 3. Descripción productiva de la “lechuguilla” para la topoforma bajada.

Variable	Media	Desv. Std.	Mínimo	Máximo
Plantas Totales	508.80	276.5810309	120.00	936.00
Plantas Tallables	74.80	42.9594124	24.00	148.00
Alto	50.10	8.9622666	35.00	65.00
Ancho 1	51.00	9.6609178	40.00	65.00
Ancho 2	64.00	3.2998316	60.00	70.00
Diámetro basal	7.10	1.1972190	5.00	9.00
Hojas tallables	22.30	5.5186552	16.00	33.00
Peso seco de la fibra	70.50	25.0732261	41.50	126.00

Cuadro 4. Descripción productiva de la “lechuguilla” para la topoforma loma.

Variable	Media	Desv. Std.	Mínimo	Máximo
Plantas Totales	396.00	74.6802709	240.00	476.00
Plantas Tallables	89.00	40.9459574	32.00	148.00
Alto	54.125	12.1118301	40.00	73.00
Ancho 1	55.125	9.7312090	45.00	66.00
Ancho 2	60.75	9.7504579	44.00	70.00
Diámetro basal	10.375	3.1594529	7.00	16.00
Hojas tallables	23.375	5.1806646	17.00	31.00
Peso seco de la fibra	67.4375	22.7822574	34.50	99.50

es el número de hojas aprovechables, por lo que se incluyo en la generación de dicha ecuación de predicción, la cual puede ser utilizada para calcular rendimientos en aquellos lugares donde se explota esta especie. Dichas variables fueron seleccionadas por la fácil obtención y manejo en campo.

Las medias mostradas en los Cuadros (2-5) de descripción productiva presentan un rango medio estimado de las características dimensionales que presentan las plantas y se observa una gran variación incluso dentro de una misma topoforma.

aprovechamiento óptimo de la especie y la conservación de su entorno ecológico.

La emisión de permisos de aprovechamiento deberán sujetarse a estudios previos de impacto ambiental que consideren el potencial de producción, que incluyan además acciones tendientes a disminuir el efecto que tenga el mismo aprovechamiento sobre el resto de los factores bióticos y abióticos donde se desarrolla esta especie, evitando con ello una sobreexplotación.

Cuadro 5. Descripción productiva de la "lechuguilla" para la topoforma meseta.

Variable	Media	Desv. Std.	Mínimo	Máximo
Plantas Totales	463.00	86.9865890	364.00	576.00
Platas Tallables	38.00	13.6626010	24.00	56.00
Alto	69.75	10.3077641	63.00	85.00
Ancho 1	62.00	12.5166556	53.00	80.00
Ancho 2	62.50	9.7125349	50.00	72.00
Diámetro basal	7.75	1.7078251	6.00	10.00
Hojas tallables	21.00	0.8164966	20.00	22.00
Peso seco de la fibra	56.50	3.1091264	52.00	59.00

Las variaciones se atribuyen principalmente a las características ambientales en que se desarrolla esta especie, siendo factores importantes el relieve y tipo de suelo, los cuales indican la capacidad de retención de humedad y profundidad de exploración radical que tiene la planta en cada sitio, lo cual varía aún dentro de cada topoforma, influyendo en las dimensiones que puede alcanzar la planta y en consecuencia su producción.

En base a lo anterior y a la gran heterogeneidad que presenta la naturaleza en cada uno de los ambientes que se desarrolla la planta, resulta muy difícil el atribuir la variación de la producción de las plantas a un factor específicamente. Sin embargo, los rendimientos potenciales fueron calculados suponiendo homogeneidad en cuanto a la población de plantas en toda la superficie de cada geoforma, esto sugiere una sobreestimación de la producción real, no obstante los resultados de los rendimientos medios estimados por hectárea pueden ser utilizados para estimar el rendimiento potencial en superficies donde la población de "lechuguilla" sea homogénea.

Manejo Propuesto. El aprovechamiento que en la actualidad se realiza de este recurso en el municipio, es totalmente destructivo, lo cual esta propiciando el abatimiento de las poblaciones de esta especie, así como la degradación general del ambiente en que se desarrolla. Razón por la cual se proponen los siguientes puntos para disminuir los efectos resultantes de la explotación de esta planta y lograr un

Identificar áreas sobre explotadas y excluirlas al manejo hasta que se reestablezcan las poblaciones de "lechuguilla".

El corte de las hojas aprovechables debe ser sin eliminar las plantas, para evitar el abatimiento en las poblaciones de Agave lecheguilla.

El aprovechamiento deberá realizarse en épocas fuera del periodo de lluvias, esto con el fin de mejorar la calidad de la fibra y evitar se rompa durante el tallado lo cual es frecuente al contener la planta una gran cantidad de agua.

El índice de aprovechamiento deberá ser al 70 % de las plantas aprovechables en lomas y bajadas. En sierras y mesetas al 50% del total de plantas aprovechables.

Basados en las mediciones realizadas a las plantas que los productores consideran como útiles para ser aprovechadas, se sugiere utilizar únicamente aquellas que tengan un diámetro medio y una altura mayor a 45 cm, lo cual es indicativo de que la planta se encuentra suficientemente desarrollada.

Deberá excluirse del aprovechamiento áreas donde se este realizando el aprovechamiento de cualquier otra especie vegetal, y áreas cuya pendiente rebase los 40°, por ser áreas con alto riesgo de deterioro.

CONCLUSIONES

La "lechuguilla" se desarrolla prácticamente en todas las topoformas existentes en el municipio a excepción de las planicies aluviales y los valles, la superficie que ocupa en el municipio es de 95,600 Has. equivalente a un 40% del territorio municipal. La relación entre la biomasa y las dimensiones de la planta, permite estimar el peso seco de la fibra sin cortar la planta. En base al análisis dimensional de las plantas de "lechuguilla" se estimara la tasa de corte autorizado para el aprovechamiento del recurso en el municipio de San Juan de Guadalupe, Dgo.

El conocimiento de la cantidad de recurso, la superficie que ocupa, su caracterización, así como las comunidades que la explotan permiten fundamentar las bases para un programa de manejo que garanticen la protección y fomento del recurso. La explotación de la "lechuguilla" en este municipio se realiza en forma destructiva por el hecho de que los métodos de extracción de la fibra son arrancando la planta del suelo, lo cual impide su posible recuperación. Esto ocasiona que la planta en forma gradual desaparezca de algunas áreas, por lo que se concluye que el aprovechamiento se realiza sin ningún sistema racional de manejo del recurso.

LITERATURA CITADA

- Avilés C., y L.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 N., J. L. (2001). Caracterización de unidades ambientales en la región árida de Durango, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Cruz C., J. A. y J.G. Medina T., 1988. La Lechuguilla Agave lechuguilla. DIF Coahuila.
- De la Garza P., F. E. 1985. Comercialización y costos de producción de lechuguilla, INIF Boletín divulgativo No. 73. México, D. F.
- García V., M. y L. A. González L., 1991. Técnicas para el establecimiento de una plantación de lechuguilla. In: III simposio nacional sobre Ecología, Manejo y

Domesticación de plantas útiles del Desierto. INIFAP. Saltillo, México.

- McAuliffe, J. R. 1990. El Método escala logarítmica: una técnica rápida para la medición de las poblaciones de plantas en los ambientes desérticos. Primer taller internacional de técnicas de monitoreo en poblaciones de Cactáceas y Suculentas amenazadas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah.
- Márquez G., R. E. 1997. Caracterización de unidades ambientales para la estimación de capacidad de pastoreo en Mapimí Durango. Tesis Profesional. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Dgo. Méx.
- Martínez S. M. 1997. Caracterización y evaluación del potencial productivo de orégano (*Lippia berlandieri* Schauer) en el municipio de Mapimí Durango. Tesis Profesional. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Dgo. Méx.
- Matteucci, S. D. y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. O E A Washington, D.C. 163 p.
- Reyes C., R. 1981. La lechuguilla (*Agave lechuguilla*) como un importante factor en la formación del suelo de las zonas áridas en 1ra reunión nacional sobre Ecología, Manejo y Domesticación de plantas útiles del Desierto. INIF. Publicación especial No. 31, México. pp. 390 / 393.
- Rivera Quintero, 1987. Aprovechamiento de candelilla (*Euphorbia antisyphilitca* Zucc), Orégano (*Lippia berlandieri* Shaw) y sotol (*Dasyliion* spp.) en la comarca Lagunera. Tesis profesional. Universidad Autonoma Chapingo. Departamento de Zonas Áridas.
- Rzedowski, J.1991. Vegetación de México. De. Limusa. México.
- Zapien B., M. 1981. Evaluación de la producción de ixtle de lechuguilla en cuatro sitios diferentes In: 1ra Reunión Nacional sobre Ecología, Manejo y Domesticación de plantas útiles del Desierto. INIF. México. Publicación especial No. 31: 385- 389.
- Zarate L., A. 1991. Análisis dimensional en lechuguilla In: III Simposio Nacional sobre Ecología, Manejo y Domesticación de plantas útiles del Desierto. INIFAP. Saltillo, México.