

# REGENERACIÓN DEL COGOLLO DE *Agave lechuguilla* Torr. DE CINCO PROCEDENCIAS BAJO CULTIVO

David Castillo Quiroz<sup>1</sup>, Carlos Alejandro Berlanga Reyes<sup>1</sup>,  
Marisela Pando Moreno<sup>2</sup> y Antonio Cano Pineda<sup>1</sup>

## RESUMEN

En condiciones naturales, la regeneración del cogollo de lechuguilla (*Agave lechuguilla*) se prolonga hasta 22 meses. Así, los ixtleros que colectan la fibra de lechuguilla de poblaciones silvestres, además de recorrer grandes distancias para acceder al recurso, obtiene un menor rendimiento por año al generado bajo condiciones controladas. El objetivo de esta investigación fue evaluar la regeneración del cogollo mediante el cultivo de cinco procedencias de lechuguilla, con la aplicación de diferentes niveles de nitrógeno y riego. Se trabajó en el Rancho La Gloria, municipio de General Cepeda en el estado de Coahuila, México, en el período comprendido entre septiembre 2003 a junio de 2004. En la plantación experimental se utilizaron hijuelos de lechuguilla con altura promedio de 35 cm, los cuales fueron plantados en otoño de 2002, iniciándose la aplicación de los tratamientos en otoño de 2003. El experimento se analizó mediante un diseño completamente al azar con arreglo factorial A X B donde A = cinco procedencias y B = seis tratamientos. No se presentaron diferencias entre los tratamientos ( $p \leq 0.05$ ), pero sí entre las procedencias, los ejidos Marte y Jaumave resultaron ser los más sobresalientes ( $p \leq 0.05$ ) con longitudes promedio de cogollo de 33 y 32 cm en un lapso de evaluación de diez meses.

**Palabras clave:** *Agave lechuguilla*, cogollos, fertilización, nitrógeno, regeneración, riego.

Fecha de recepción: 02 de mayo de 2005.

Fecha de aceptación: 18 de marzo de 2008.

---

<sup>1</sup> Campo Experimental Saltillo. Centro de Investigación Regional Noreste, INIFAP. Correo-e: castillo.david@inifap.gob.mx

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, N. L.

## ABSTRACT

Under natural conditions, regeneration of *Agave lechuguilla* lasts up to 22 months. Thus, gatherers of lechuguilla's fiber from wild populations, in addition to travel long distances to collect the fiber, obtain a lower annual yield than they could get from these plants if they were under cultivation. The objective of the present study was to assess regeneration of the lechuguilla's cogollo under cultivation for five provenances, applying different levels of nitrogen and irrigation. The experiment was carried out in La Gloria Ranch in General Cepeda, state of Coahuila, Mexico, from September 2003 to June 2004. Young plants (35 cm high) were used to be planted in fall 2002 and fertilization treatments were applied during fall 2003. The experiment was established under a completely randomized design and an A X B factorial arrangement, where A = five provenances and B = six treatments. No differences were found between treatments ( $p \leq 0.05$ ), however, differences were found between provenances. Marte and Jaumave ejidos were outstanding ( $p \leq 0.05$ ) with average lengths of 0.33 and 0.32 m during a 10 months assessment period.

**Key words:** *Agave lechuguilla*, "cogollo", fertilization, nitrogen, regeneration, irrigation.

## INTRODUCCIÓN

La lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) de la familia agavaceae es la planta más representativa en el desierto Chihuahuense y se desarrolla en las zonas áridas y semiáridas de México y sur de los Estados Unidos. Se distribuye en grandes extensiones del país principalmente en Coahuila, Chihuahua, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas, Durango y, en menor proporción, en estados del centro de México (Marroquín *et al.*, 1981; Nobel y Quero, 1986). El aprovechamiento de la lechuguilla en el campo ha sido una actividad de subsistencia al correr de los años, así como la principal forma de captación de ingresos económicos para los habitantes de la región ixtlera del país (Berlanga *et al.*, 1992; Pando *et al.*, 2004). La fibra de lechuguilla con fines comerciales de mayor calidad y valor comercial se extrae del cogollo, que está formado por las hojas más tiernas de la planta, agrupadas al centro, y que contienen menos lignina que las hojas laterales (Lozano, 1988; Marroquín *et al.*, 1981; Sheldon 1980; Zárate *et al.*, 1991). La Norma Oficial Mexicana para el aprovechamiento de la lechuguilla (SEMARNAT, 1996) establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de cogollos, entre ellos destaca la longitud del mismo que deberá tener un mínimo de 25 cm. Sin embargo, Berlanga *et al.* (1992) indicaron que un cogollo de lechuguilla está apto para ser cosechado cuando alcanza 30 cm de altura y 2 cm de diámetro medio; una vez que adquiere dichas dimensiones se realiza el corte con una herramienta rústica denominada "cogollera", la cual han usado los recolectores tradicionalmente.

Existen pocos estudios relacionados con el turno de aprovechamiento de lechuguilla. Sheldon (1980) señalaba que la regeneración de un cogollo, una vez realizado el corte, puede variar con la disponibilidad de humedad en el suelo. El mismo autor apunta que con una precipitación abundante, la planta se puede cosechar de nuevo a los seis meses del corte; en cambio en períodos secos puede requerir hasta de un año. Sin embargo, los términos de "precipitación abundante" y "períodos secos" son muy subjetivos y el autor no proporciona cifras concretas, ni datos sobre alguna investigación al respecto. En contraste, Berlanga (1991) y Berlanga *et al.* (1992) reportaron que el turno de aprovechamiento de la lechuguilla en poblaciones naturales puede variar de 14 a 16 meses, mismo que se puede extender hasta 22 meses (Zapién, 1981).

Los estudios realizados por Nobel y Hartsock (1986), Nobel *et al.* (1988) y Nobel *et al.* (1989) sobre la influencia del nitrógeno y otros elementos en las plantas CAM destacaron que el nitrógeno estimula la absorción de CO<sub>2</sub> neto en las plantas con metabolismo CAM. Nobel *et al.* (1988) efectuaron un estudio sobre el efecto de los macroelementos N, P, y K y el microelemento B, en el crecimiento de *Agave lechuguilla*; lo evaluaron en función del despliegue de las hojas de la espina central del cogollo, lo que se logra mediante la aplicación de 100 kg N ha<sup>-1</sup> como sulfato de amonio.

En el contexto de la influencia de humedad en el suelo sobre la especie de interés, Nobel y Quero (1986) confirmaron la importancia de esta variable (400 mm) en la productividad de esta especie y para la mayor parte de las de zonas áridas.

Los objetivos del presente estudio fueron: 1) Evaluar la velocidad de regeneración del cogollo en plantas bajo cultivo, comparando cinco procedencias de lechuguilla y 2) Determinar el efecto del riego y la fertilización con nitrógeno en la regeneración.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Rancho La Gloria ubicado en el municipio de General Cepeda, Coah., Méx., a 25° 23' latitud Norte y 101° 26' longitud Oeste a una altitud de 1,258 m. El experimento se estableció en un área abandonada al cultivo, en una unidad de suelo clasificado como Xerosol (CETENAL, 1977), sin problemas de salinidad, suelo profundo mayor a 1.00 m, de textura media, con un pH de 8.10 y pendiente de 2%.

De acuerdo a la clasificación climática de Köeppen modificado por García (1973) el tipo de clima se define como un BS<sub>0</sub> h x el cual corresponde a un semiseco con lluvias escasas todo el año, temperatura media anual de 19°C y precipitación promedio anual de 313 mm. Durante este estudio, la precipitación fue considerablemente más alta que el promedio de años anteriores, pues se registraron 542.87 mm en tan sólo diez meses de evaluación del experimento.

Previo al establecimiento de la plantación experimental, se efectuó un barbecho en otoño de 2002, además del levantamiento de los bordos con arado de disco. Así mismo, se realizó un análisis de la fertilidad del suelo del sitio. El 12 agosto de 2003 se iniciaron los tratamientos que se indican en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos aplicados a los cogollos de *Agave lechuguilla* en el ensayo.

Tratamiento	Descripción
T0	Testigo (Sin riego ni fertilización)
T1	100 kg N ha <sup>-1</sup> aplicado como Sulfato de Amonio (NH) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + riego mensual
T2	200 kg N ha <sup>-1</sup> aplicado como Sulfato de Amonio (NH) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + riego mensual
T3	100 kg N ha <sup>-1</sup> , aplicando después del corte el 50% y 50% restantes tres meses después del corte + riego mensual
T4	200 kg N ha <sup>-1</sup> aplicando después del corte 100 kg N ha <sup>-1</sup> y 100 kg N ha <sup>-1</sup> tres meses después del corte + riego mensual
T5	Riego mensual

El fertilizante se colocó a una distancia de 15 cm de la base de la planta y se mezcló con el suelo a una profundidad aproximada de 3 cm.

La selección de las procedencias de lechuguilla se efectuó en función de la calidad de fibra que requiere la industria comercializadora y la disponibilidad del material vegetativo, y todas corresponden al estado de Coahuila. Las procedencias evaluadas fueron La Saucedá, Ramos Arizpe, Ejido Marte, Rancho La Gloria y General Cepeda.

Para el establecimiento de la parcela se utilizaron 15 hijuelos de lechuguilla por tratamiento con una altura promedio del cogollo de 35 cm y con características sobresalientes tales como buena conformación de roseta, cogollo recto y excelente sanidad. La plantación se efectuó en octubre de 2002, en bordos de alrededor de 30 cm de altura, a una distancia de 1.00 m entre ellos y 50 cm entre plantas, de acuerdo a la metodología propuesta por Berlanga *et al.* (1992). Al final, se instaló un sistema de riego por goteo en todos los tratamientos, con excepción del testigo.

En mayo de 2003 se aplicó un riego de auxilio a toda el área experimental y después de diez meses, cuando se consideró bien establecida la plantación, se cortó el cogollo de todas las plantas de lechuguilla con la cogollera para reproducir la forma en que se realiza tradicionalmente esta práctica con la finalidad de uniformizar la plantación y comenzar a evaluar su crecimiento y obtener así su tasa de regeneración.

La supervivencia se midió contando las plantas vivas y se comparó con las que se plantaron inicialmente.

El parámetro de interés fue el crecimiento del cogollo después de la cosecha hasta alcanzar la longitud mínima de 25 cm para realizar el corte de nuevo (turno técnico).

Se hicieron tres lecturas de los incrementos de la altura del cogollo: octubre de 2003, marzo de 2004 y junio de 2004. Los datos se analizaron mediante un paquete estadístico de diseños experimentales (Olivares, 1994) a través de un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial (A X B) y tres repeticiones donde A = Procedencias de lechuguilla y B = Tratamientos. Su modelo experimental se define como:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$i$  = 1, 2, 3, 4, 5 procedencias

$j$  = 1, 2, 3, 4, 5 dosis de fertilización y riego

$k$  = 1, 2, 3 repeticiones

$Y_{ijk}$  = Variable aleatoria de la  $i$  = ésima procedencia,

la  $j$  = ésima dosis de fertilización y riego y

la  $k$  = ésima repetición.

$\mu$  = Media general

$A_i$  = Efecto de la procedencia

$B_j$  = Efecto de la fertilización y riego

$AB$  = Efecto conjunto de la  $i$  = ésima procedencia,

la  $j$  = ésima dosis de fertilización y riego y

la  $k$  = ésima repetición.

$\varepsilon_{ij}$  = Error Experimental

## RESULTADOS

Se encontraron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre las procedencias de lechuguilla (Factor A) debido a la regeneración del cogollo, no así para el factor B (riego y fertilización) ni en la interacción entre los Factores A \* B. (Cuadro 2).

Cuadro 2. Análisis de varianza de la regeneración del cogollo en *Agave lechuguilla* de cinco procedencias bajo cultivo.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Factor A	4	81562.0	20390.5	7.6961	0.000
Factor B	5	7540.0	1508.0	0.5692	0.726
Interacción	20	40440.0	2022.0	0.7632	0.745
Error	60	158962.0	2649.3666		
Total	89	288504.4			

En el primer registro de datos, a los 75 días después de la aplicación de los tratamientos, el crecimiento del cogollo para las cinco procedencias oscilaba entre 7.95 y 10.73 cm. Jaumave, Paredón y Marte destacan del resto de las procedencias, con una altura promedio del cogollo de 10.73, 10.18 y 9.51 cm respectivamente, mientras que la procedencia Rancho La Gloria fue la que tuvo el menor crecimiento con 7.95 cm (Cuadro 3).

Los resultados muestran que de las cinco procedencias evaluadas en este período, en los ejemplares de Jaumave se observó una mayor velocidad de crecimiento, pues 2.50% de las plantas alcanzaron alturas superiores a 25 cm de altura del cogollo, mientras en el resto de las procedencias no se identificó a individuos con alturas iguales o superiores a esa medida, que es la que establece la Norma Oficial Mexicana (SEMARNAT, 1996) como longitud mínima autorizada para cosechar este recurso.

En la segunda medición, cinco meses después, la tasa de regeneración del cogollo de las cinco procedencias monitoreadas fue muy uniforme, y los incrementos promedio fueron de 10 cm. Destaca nuevamente Jaumave, con altura promedio del cogollo de 22.56 cm, seguido de Paredón y Marte y, por último, La Sauceda y Rancho La Gloria; en el Cuadro 4 se reúnen los resultados de la comparación de medias y la igualdad entre las procedencias probadas.

Cuadro 3. Prueba de comparación de medias de las cinco procedencias de *Agave lechuguilla* para el primer período de evaluación.

Tratamiento (procedencias)	Longitud promedio del cogollo
Jaumave	10.73 cm a
Paredón	10.18 cm ab
Marte	9.51 cm bc
La Saucedá	9.27cm c
Rancho La Gloria	7.95 cm d

Prueba de Diferencia Mínima Significativa. Los valores promedio con letra similar indican que son estadísticamente iguales ( $p \leq 0.05$ ).

Cuadro 4. Prueba de comparación de medias de las cinco procedencias de *Agave lechuguilla* para el segundo período de evaluación.

Tratamiento (procedencias)	Longitud promedio del cogollo
Jaumave	22.56 cm a
Paredón	20.35 cm b
Marte	20.17 cm b
La Saucedá	17.05 cm c
Rancho La Gloria	17.00 cm c

Prueba de Diferencia Mínima Significativa. Los valores promedio con letra similar indican que son estadísticamente iguales ( $p \leq 0.05$ ).

A siete meses de aplicados los tratamientos, 54.10% de las plantas de la procedencia Jaumave contaban con un cogollo superior a los 25 cm, a diferencia de los ejemplares de las procedencias restantes que no superaban los 15 cm de altura (Cuadro 5).

La Figura 1 ilustra la última medición realizada a los diez meses de la aplicación de los tratamientos, las alturas promedio del cogollo registraron entre 27.68 y 33.12 cm. Se puede apreciar el valor de la desviación estándar (barras

Cuadro 5. Comparación del porcentaje de las plantas de cada procedencia con alturas de cogollo superiores a 25 cm en cada una de las tres mediciones.

Procedencias	Primera medición	Segunda medición	Tercera medición
Jaumave	2.5 %	54.1 %	92.10 %
La Gloria	0 %	5.9 %	80.56 %
La Sauceda	0 %	4.4 %	90.36 %
Marte	0.37 %	11.2 %	91.93 %
Paredón	0.37 %	11.9 %	91.39 %

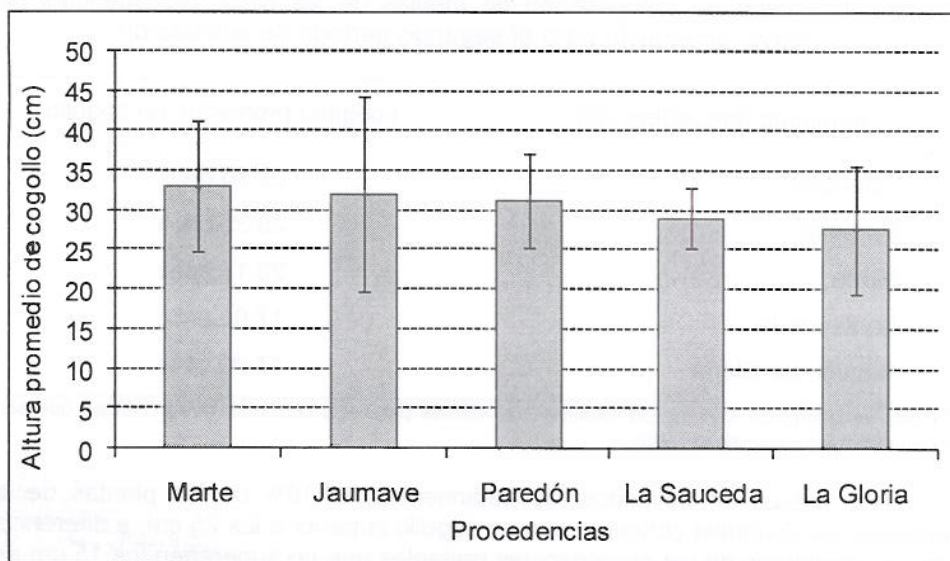


Figura 1. Altura promedio del cogollo de las cinco procedencias de *Agave lechuguilla* después de diez meses de su aprovechamiento en General Cepeda, Coah.



de error) de cada una de las procedencias, lo cual indica la homogeneidad o heterogeneidad de los datos. La prueba de comparación de medias muestra que Ejido Marte, Jaumave, Paredón y La Saucedá son estadísticamente iguales ( $p \leq 0.05$ ), mientras que Rancho La Gloria registró la media de crecimiento del cogollo más baja.

La respuesta de la regeneración del cogollo de cada procedencia fue diferente en las tres épocas de medición; en consecuencia, el crecimiento mensual promedio varió de  $1.5 \text{ cm mes}^{-1}$  a  $4.3 \text{ cm mes}^{-1}$ . En la primera medición, que abarcó finales de verano y parte del otoño (12 de agosto a 24 octubre 2003) se verificaron incrementos promedio entre 3 y  $4 \text{ cm mes}^{-1}$ ; en la segunda evaluación que comprendió finales de otoño y prácticamente todo el invierno (25 de octubre 2003 a 12 de marzo 2004) registró un incremento promedio de  $2 \text{ cm mes}^{-1}$  y en la última etapa durante el invierno y la primavera (13 de marzo a 15 de junio 2004) se obtuvo un incremento mensual estimado de entre  $3.5$  a  $4.3 \text{ cm mes}^{-1}$  (Figura 2).

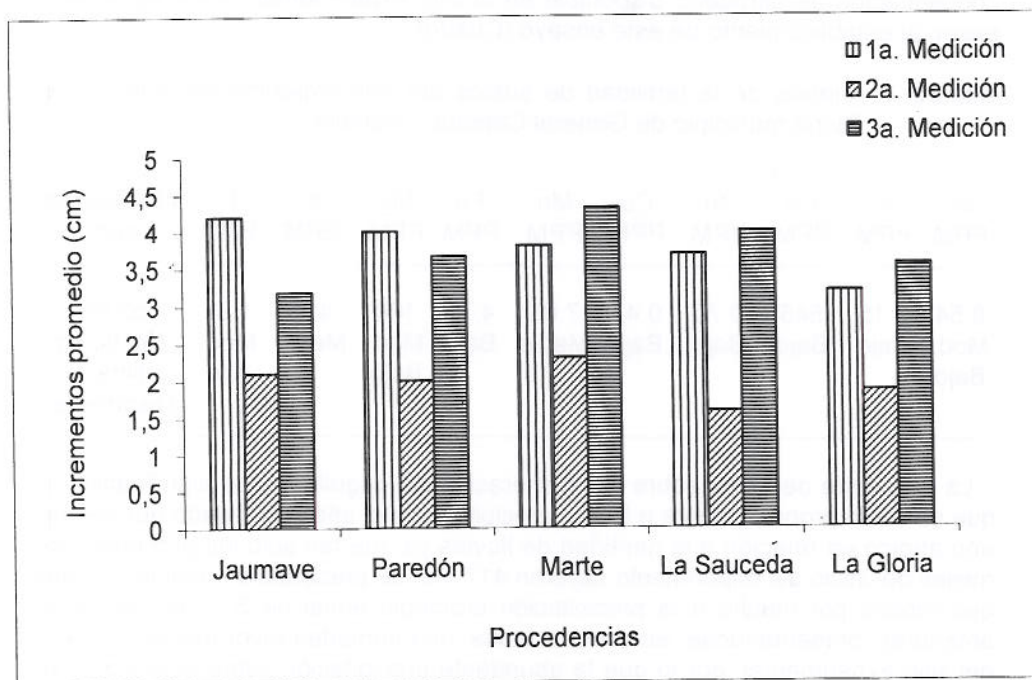


Figura 2. Incremento promedio del cogollo de cinco procedencias de *Agave lechuguilla* en las tres mediciones.

Los resultados anteriores muestran que las procedencias no tuvieron problemas para su establecimiento en el sitio de estudio, ya que todos tienen altos índices de supervivencia durante el período de evaluación (Cuadro 6).

Cuadro 6. Porcentaje de supervivencia de las plantas de las cinco procedencias estudiadas.

Marte	Jaumave	Paredón	La Sauceda	La Gloria
9%	99%	99%	100%	99%

## DISCUSIÓN

La falta de respuesta de las plántulas de *Agave lechuguilla* a los tratamientos de fertilización con nitrógeno y sulfato de amonio se puede atribuir a la alta concentración de nitrógeno disponible en el sitio experimental (209.8 kg N ha<sup>-1</sup>) previo al establecimiento de este ensayo (Cuadro 7).

Cuadro 7. Análisis de la fertilidad de suelos del sitio experimental Rancho La Gloria municipio de General Cepeda, Coahuila.

S	P	Ca	Zn	Cu	Mn	Fe	Mg	K	B	N Inorgánico
PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	ppm
6.54	3.15	545	0.70	0.47	7.06	4.76	160	412	1.88	55.80
Mod.	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Mod. Bajo	Medio	Mod. Alto	209.80 kg Nha <sup>-1</sup> Disponible

La respuesta del riego sobre la regeneración del cogollo no fue significativa, lo que se debió probablemente a la alta precipitación del año 2003, dado que fue un año atípico en relación a la cantidad de lluvias ya que tan solo los primeros tres meses del inicio del experimento cayeron 417 mm de precipitación (Figura 3), cifra que rebasó por mucho a la precipitación promedio anual de 313 mm en años anteriores, presentándose, en consecuencia, una humedad favorable en el suelo del sitio experimental, por lo que la abundante precipitación sobre el testigo y el resto de los tratamientos pudo haber enmascarado la falta de respuesta entre las plantas no irrigadas y el testigo. Esto coincide con los resultados de Nobel y Quero (1986) quienes apuntaron que la disponibilidad de agua en suelo es el factor más importante que determina la productividad de *Agave lechuguilla*.

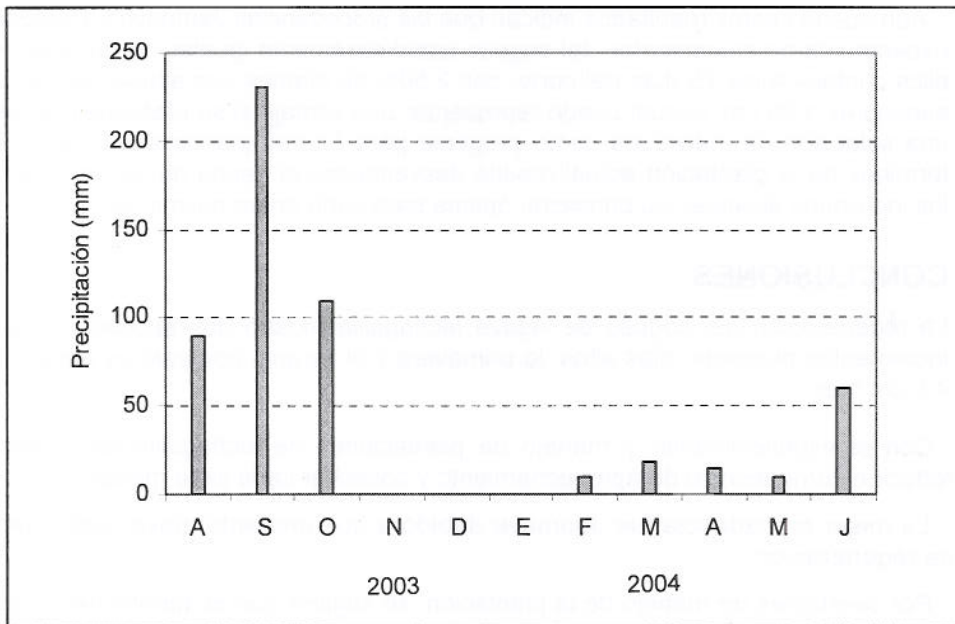


Figura 3. Distribución de la precipitación en el período de evaluación del experimento en El Rancho La Gloria General Cepeda, Coah.

Los datos de regeneración del cogollo aquí reunidos muestran dos períodos en los que se tuvieron los incrementos promedio más altos: verano-otoño (primera medición), y primavera-verano (tercera medición) con incrementos de 3 a 4.3 cm mes<sup>-1</sup>. En la segunda medición (invierno) fue donde se registraron los más reducidos, alrededor de dos centímetros. Las diferencias en los promedios de la longitud del cogollo de lechuguilla registrados en cada medición se debieron a la influencia de la temperatura sobre la productividad de *Agave lechuguilla* (Nobel y Quero, 1986). Dichos autores señalaron que las altas temperaturas durante el verano provocan que la planta tenga la máxima absorción de CO<sub>2</sub> neto; en contraste, en el invierno es significativamente baja, y dado que este compuesto se relaciona en forma directa con el crecimiento de la planta, se podría explicar la variación en la velocidad del mismo de las cinco procedencias evaluadas en las diferentes épocas del año.

Los resultados anteriores sugieren que mediante plantaciones de lechuguilla, se puede acortar el turno técnico de aprovechamiento en forma considerable, logrando que sea entre siete y ocho meses, mientras que en poblaciones naturales el turno puede variar de 14 a 16 meses, o bien, extenderse hasta 22 meses (Berlanga *et al.*, 1991; Pando *et al.*, 2004; Zapién, 1981).

Aún cuando estos resultados indican que las procedencias Jaumave y Paredón experimentaron crecimientos del cogollo estadísticamente iguales, el primero de ellos contaba a los 75 días del corte, con 2.50% de plantas con alturas iguales o superiores a 25 cm, lo cual puede representar una ventaja si se pretende realizar una selección de individuos como progenie para futuras plantaciones, pero en términos de la plantación actual resulta desventajoso el hecho de que no todos los individuos alcancen su condición óptima para corte en un mismo tiempo.

## CONCLUSIONES

La regeneración del cogollo de *Agave lechuguilla* mostró dos épocas con los incrementos promedio más altos: la primavera y el verano, con valores entre 3 y 4.5 cm mes<sup>-1</sup>.

Con el establecimiento y manejo de plantaciones de lechuguilla es posible reducir el turno técnico de aprovechamiento y cosechar cada siete meses.

La mejor procedencia fue Jaumave debido a que presentó mayor velocidad de regeneración.

Por cuestiones de manejo de la plantación, se sugiere que el aprovechamiento de la lechuguilla bajo cultivo se practique en diciembre o enero, para que la planta se pueda cosechar de nuevo según la procedencia entre los siete y ocho meses después del corte.

Se tienen altos índices de supervivencia mediante la metodología descrita de establecimiento y manejo de una plantación de lechuguilla.

Como el año en que se realizó el estudio fue atípico debido a la precipitación ocurrida sobre el sitio experimental, se sugiere una segunda evaluación para tener resultados más precisos sobre el efecto del riego en la tasa de regeneración del cogollo de lechuguilla.

La ausencia de respuesta a la fertilización nitrogenada y al riego durante el primer ciclo de evaluación podría ser una respuesta a la alta cantidad de nitrógeno disponible en el sitio de plantación, la cual inhibió el efecto del fertilizante, así como por las precipitaciones, muy por encima de la media, durante el período de estudio.

Este experimento es uno de los pocos trabajos, y quizás el único a la fecha, para plantaciones de lechuguilla, donde se evaluó el turno completo para diferentes procedencias, por lo que contribuye sustancialmente a ampliar el conocimiento de esta especie bajo estudio.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Fundación Produce Coahuila, A. C. y al Fondo Sectorial CONACYT-CONAFOR (CONAFOR-2003-C03-10360) por el financiamiento otorgado para la presente investigación. De igual forma se hace un reconocimiento al Ing. Emilio Arizpe Narro (productor cooperante) por facilitar las instalaciones del Rancho La Gloria donde se llevó a cabo parte del trabajo experimental.

## REFERENCIAS

- Berlanga R., C. A. 1991. Producción y recuperación de lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) en poblaciones naturales. In: III Simposio Nacional sobre Ecología, Manejo y Domesticación de Plantas Útiles del Desierto. INIFAP. Saltillo, Coah. México. 78 p.
- Berlanga R., C. A., M. García V. y L. A. González L. 1992. Técnicas para el establecimiento y manejo de una plantación de lechuguilla. Folleto Divulgativo No. 1 SARH- INIFAP- CIRNE. Campo Experimental La Saucedá. Saltillo, Coah. México. 8 p.
- Comisión para el Estudio del Territorio Nacional (CETENAL). 1977. Carta edafológica de los Estados Unidos Mexicanos G-14-C-32. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D. F.
- García, E. 1973. Modificación al sistema de clasificación de Köeppen para adaptarlo a las condiciones climáticas de la República Mexicana. UNAM. México. 246 p.
- Lozano M., E. 1988. Estudio biométrico de *Agave lechuguilla* Torr. en 7 localidades de Mina, Nuevo León. Tesis Profesional Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N. L., México. 63 p.
- Marroquín, J. S., G. Borja L., R. Velásquez C. y J. A. de la Cruz C. 1981. Estudio ecológico y económico de las zonas áridas del norte de México. Publicación Especial No. 22ª Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. S.A.R.H. México, D. F., México. 166 p.
- Nobel, P. S. and T. L. Hartsock. 1986. Influence of nitrogen and nutrients on growth of *Agave deserti* J. Nutrition 9: 1273-1288.
- Nobel, P. S. and E. Quero. 1986. Environmental productivity indices for a Chihuahuan desert CAM plant, *Agave lechuguilla*. Ecology. 67(1): 1-11.
- Nobel, P. S., E. Quero and H. Linares. 1988. Differential growth responses of agaves to nitrogen, phosphorus, potassium, and boron application. Journal of Plant Nutrition 11(12): 1683-1700.
- Nobel, P. S., E. Quero and H. Linares. 1989. Root versus shoot biomass: responses to water, nitrogen, and phosphorus applications for *Agave lechuguilla*. Bot. Gaz. 150(4): 411- 416.

- Olivares, S. E. 1994. Paquete de diseños experimentales FAUANL versión 2.5. Facultad de Agronomía UANL. Marín, N. L., México.
- Pando M., M., O. Eufrazio, E. Jurado y E. Estrada. 2004. Post harvest growth of lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) in North-eastern Mexico. *Economic Botany* 58 (1): 78-82
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (SEMARNAT). 1996. Norma Oficial Mexicana. NOM-008-RECNAT-1996. <http://www.economia.gob.mx/work/normas/noms/1996/008-recn.doc>
- Sheldon, S. 1980. Ethnobotany of *Agave lechuguilla* and *Yucca carnerosana* in Mexico's Zona Ixtlera. *Economic Botany* 34(4):376-390.
- Zapién, B. M. 1981. Evaluación de la producción de ixtle de lechuguilla en cuatro sitios diferentes. *In*: 1ª. Reunión Regional sobre Ecología, Manejo y Domesticación de las Plantas Útiles del Desierto. Publicación Especial Núm. 31. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. SARH. México, D. F., México. pp. 385-389.
- Zárate L., A., C. A. Berlanga R. y H. Franco L. 1991. Análisis dimensional en lechuguilla. *In*: III Simposio Nacional sobre Ecología, Manejo y Domesticación de Plantas Útiles del Desierto. INIFAP. Saltillo, Coah., México. 78 p.