

NOTA DE INVESTIGACIÓN TURNO TÉCNICO DE LA LECHUGUILLA (*Agave lechuguilla* Torr.) EN EL NORESTE DE MÉXICO

TECHNICAL SHIFT OF LECHUGUILLA (*Agave lechuguilla* Torr.) IN NORTHEASTERN MEXICO

Mariano Narcia Velasco¹, David Castillo Quiroz¹, José Antonio Vázquez Ramos² y
Carlos Alejandro Berlanga Reyes²

RESUMEN

La lechuguilla es uno de los recursos forestales no maderables con mayor valor socioeconómico de las zonas áridas y semiáridas del noreste del país. El aprovechamiento de esta especie representa una de las principales actividades para los pobladores de esas regiones debido a que su recolección proporciona el sustento de 31,000 pobladores y sus familias. El objetivo del presente estudio fue determinar el turno técnico de la lechuguilla en poblaciones naturales, de cuatro procedencias del noreste de México: Jaumave, en el ejido La Independencia del municipio Jaumave Tamps, Paredón y La Sauceda ambos del municipio Ramos Arizpe, Coah. y Marte, municipio General Cepeda, Coah. El trabajo se inició en abril de 2005 con el corte de los cogollos de la planta en cada una de las localidades; a partir de esa fecha se les hicieron mediciones mensuales de crecimiento, hasta que alcanzaron una altura de 25 cm, dimensión mínima para su aprovechamiento, según la Norma Oficial Mexicana NOM-008-RECNAT-1996. El experimento se analizó mediante un diseño de parcelas divididas en cada localidad y se encontró significancia en los cuatro niveles a $p \leq 0.001$. La localidad de Jaumave fue la primera en obtener el turno técnico a los 14 meses con una altura promedio del cogollo de 25.54 cm. La procedencia La Sauceda adquirió el turno técnico a los 22 meses; en contraste para el ejido Paredón, se extendió a los 25 meses y Marte a los 24 meses.

Palabras clave: *Agave lechuguilla* Torr., cogollo, noreste de México, población natural, procedencias, turno técnico.

ABSTRACT

Lechuguilla (*Agave lechuguilla*) is one of the main non timber forest resources with highest socioeconomic value in the semiarid and dry zones of Northeastern Mexico. Harvesting of this species, represents one of the major economic activities to the people in these regions, since it provides support for near 31,000 harvesters and their families. The objective of this study was to determine the technical shift of lechuguilla (*Agave lechuguilla*) in natural populations from four provenances of the Northeast of Mexico: Jaumave, Paredon, La Sauceda and Marte, under different climatic conditions. The study was started in April 2005, when the buds ("cogollos") of lechuguilla were cut from all the plants selected in each location. Since then, the growth of buds was recorded monthly until the average height of each plant reached 25 cm, minimum size allowed for collection by the NOM-008-RECNAT-1996 Mexican Official Regulation. The experiment was established under a divided lots design in each location, and a significance level of $p \leq 0.001$ was found. Jaumave location was the first to reach the technical shift 14 months after cutting of the head, with an average height of 25.54 cm. The plantas of La Sauceda reached the technical shift after 22 months, while the other provenances for Paredón extended to 25 months and Marte to 24 months.

Key words: *Agave lechuguilla* Torr., cogollo, northeast of Mexico, natural populations, provenances, technical shift.

Fecha de recepción: 26 de octubre de 2010.

Fecha de aceptación: 29 de febrero de 2012.

¹ Campo Experimental Saltillo, CIRNE-INIFAP. Correo-e: narcia.mariano@inifap.gob.mx

² Programa Forestal. Colegio de Postgraduados.

La lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) es una especie propia de las zonas áridas y semiáridas de México y sur de los Estados Unidos de América y es la más representativa del Desierto Chihuahuense (Nobel y Quero, 1986). Se distribuye en grandes extensiones del país, primordialmente en los estados de Coahuila, Chihuahua, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas, Durango y en menor proporción en el centro de México (Marroquín *et al.*, 1981). Su aprovechamiento ha sido una actividad de subsistencia y la principal fuente 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 esta planta se obtiene del cogollo, constituido por las hojas más tiernas que están agrupadas al centro de la misma, del cual se obtiene la fibra de mayor calidad y del mejor valor comercial, dado que posee menor lignificación, en comparación con las hojas laterales (Marroquín *et al.*, 1981; Sheldon, 1980).

Con la finalidad de proporcionar un aprovechamiento y manejo sostenido de los recursos naturales es importante conocer el turno técnico, que se define como el tiempo necesario para que una especie llegue a su etapa óptima por la cantidad de productos extraíbles, que dependerá de diversos factores como las características de suelo, clima, de la especie, etc. (Benavides, 1991; Mendoza, 1983). En el caso de la lechuguilla, es el lapso necesario para que obtenga su madurez de cosecha, lo que determina el momento adecuado para llevar a cabo el aprovechamiento en forma sostenible, y se identifica por la etapa de su desarrollo y dimensiones del cogollo, como lo establece la Norma Oficial Mexicana NOM-008-RECNAT-1996 (SEMARNAT, 1996). Sobre este aspecto de la lechuguilla son escasas las investigaciones orientadas a una procedencia específica. Sheldon (1980) señala que la regeneración del cogollo, después del corte, varía con la reserva de humedad en el suelo. Berlanga (1991) y Berlanga *et al.* (1992) indican que el turno técnico de esta especie es de 14 a 16 meses posterior a la realización del corte; no obstante, ese período se puede ampliar a 22 meses (Zapién, 1981) o hasta 25 de acuerdo con los resultados que se describen más adelante.

El objetivo del presente estudio fue determinar el turno técnico de la lechuguilla en cuatro localidades del noreste de México, ya que en cada una de ellas prevalecen distintas condiciones climáticas.

El trabajo de campo se efectuó en poblaciones naturales, tres fueron del estado de Coahuila (Área Experimental La Sauceda, ejido Paredón y ejido Marte) y una del estado de Tamaulipas (ejido La Independencia).

El Área Experimental La Sauceda se ubica a 25° 50' 49" latitud norte y 101° 22' 12" longitud oeste; tiene una altitud de 1,121 m, temperatura media anual de 31°C y precipitación

Lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) grows in the arid and semi arid zones of Mexico and south of the United States of America, and is the most representative species of the Chihuahuan Desert (Nobel and Quero, 1986). It covers great areas of the country, mainly in the states of Coahuila, Chihuahua, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas, Durango and in a lower degree in central Mexico (Marroquín *et al.*, 1981). Its collection has become a survival activity and the main source of income for the people of the "ixtlera" region of the country (Berlanga *et al.*, 1992; Pando *et al.*, 2004). The fiber of this plant comes from the bud or "cogollo", which is made-up by the softer leaves that are grouped at the center, where the product of greatest quality and best market value is found, as it has the lowest lignifications compared to the lateral leave (Marroquín *et al.*, 1981; Sheldon, 1980).

In order to provide sustained harvest and management to natural resources, it is important to know the technical turn that is defines as the time that a species needs in order to accomplish its optimal stage in terms of products, which will depend on several factors such as soil, climate, species characteristics, etc. (Benavides, 1991; Mendoza, 1983). In the case of lechuguilla, it is the necessary period to reach harvest maturation, which defines the right time to carry out its sustainable collection, and is identified by its stage of development and size of the bud (cogollo) as determined by the NOM-008-RECNAT-1996 Mexican Official Regulation (SEMARNAT, 1996). The studies in this sense in regard to a specific provenance are rather scarce. Sheldon (1980) highlights that after cutting, bud regeneration varies with moisture reserve in the soil. Berlanga (1991) and Berlanga *et al.* (1992) state that the technical shift of lechuguilla lasts 14 to 16 months after cutting; however, that period can become larger even up to 22 months (Zapién, 1981) or to 25, according to the results here described.

The aim of the actual study was to determine the technical shift of lechuguilla in four locations of Northeast Mexico, as in each one of them prevail different climatic conditions.

Field work was carried out in natural populations, three in Coahuila State (La Sauceda Experimental Station, Paredon ejido and Marte ejido) and one in Tamaulipas State La Independencia ejido).

La Sauceda Experimental Station is located at 25° 50' 49" North and 101° 22' 12" West; it is at 1,121 m high with 31°C as average annual temperature and 293 mm of average annual precipitation. Climate is steppe dry, the driest of the semi-warm BS, and its vegetation type belongs to the microphyllous desert scrub, where *Larrea tridentata* Coville, *Agave lechuguilla* and *Flourensia cernua* DC. prevail.

media anual de 293 mm. Su tipo de clima es seco de estepa, el más seco de los BS semicálido y su vegetación corresponde a matorral desértico micrófilo en donde predomina *Larrea tridentata* Coville, *Agave lechuguilla* y *Flourensia cernua* DC.

El ejido Paredón esta a 25° 56' 48" latitud norte y 100° 59' 18" longitud oeste y presenta 728 msnm, 33 °C de temperatura media anual, 269 mm de precipitación media anual. Su clima corresponde a muy seco o desértico semicálido con invierno fresco, su vegetación es matorral desértico rosetófilo, con especies como *Agave lechuguilla*, *Euphorbia antisiphilitica* Zucc. y *Lippia graveolens* Kunth, entre otras.

El ejido Marte en las coordenadas de 25° 45' 49" latitud norte y 101° 45' 38" longitud oeste y está a una altitud de 1,177 m, 32 °C de temperatura media anual, 318 mm de precipitación media. El clima es de muy seco o desértico, semicálido con invierno fresco y con vegetación de matorral desértico micrófilo, donde sobresale *Agave lechuguilla* asociado con *Fouquieria splendens* Engelm. y *Opuntia microdasys* Pfeifer.

El ejido La Independencia en Jaumave, Tamps. se encuentra a 23° 33' 37" latitud norte y 99° 22' 57" longitud oeste, con 789 msnm, 27 °C de temperatura media anual y 515 mm de precipitación promedio. Su clima es seco, el menos seco de los BS, semicálido con invierno fresco. Predomina el matorral desértico rosetófilo con *Agave lechuguilla*, *Turnera difusa* Willd. y *Yucca filifera* Chabaud. En la Figura 1, se presenta la ubicación de cada sitio experimental.

En cada localidad se definieron parcelas de 100 x 100 m (1 ha) que fueron divididas en 4 cuadrantes de 10 x 10 m y seleccionadas al azar. En ellas se eligieron 15 plantas adultas con alturas de cogollo entre 40 y 50 cm, lo que dio un total de 60 plantas por localidad. Cada uno de los ejemplares se etiquetó con una lámina galvanizada en la que se marcaron con tinta indeleble números progresivos del 1 al 15. A continuación se cortó el cogollo con un instrumento rústico denominado "cogollera" para el inicio del siguiente turno. El corte se aplicó en abril de 2005. La toma de datos para las tres primeras localidades se efectuó cada 30 días y para Jaumave cada 60, por estar más alejada del resto. Las mediciones se hicieron desde la base hasta el ápice del cogollo, para lo cual se utilizó una cinta métrica graduada en centímetros. Los datos en campo se registraron de mayo de 2005 a mayo de 2007. El experimento siguió un diseño de parcelas divididas por cada localidad. Los datos fueron examinados mediante el paquete estadístico SAS Versión 8.0 (SAS, 1999); en todas las evaluaciones se obtuvo significancia. La prueba de comparación de medias de Tukey consideró solo la variable altura de cogollo.

Paredón ejido is at 25° 56' 48" North and 100° 59' 18" West, 728 m asl, where 33 °C is the average annual temperature and 269 mm the average annual precipitation. Climate belongs to a dry or semi-warm desert with cold winter; vegetation type is the rosetophyllous desert scrub type, with *Agave lechuguilla*, *Euphorbia antisiphilitica* Zucc. and *Lippia graveolens* Kunth among other species.

Marte ejido is at 25° 45' 49" North and 101° 45' 38" West, 1,177 m asl, where 32 °C is the average annual temperature and 318 mm the average annual precipitation. Climate is very dry or desert type, semi-warm with a fresh winter; vegetation belongs to the microphyllous desert scrub where *Agave lechuguilla* is outstanding, and associated with *Fouquieria splendens* Engelm. and *Opuntia microdasys* Pfeifer.

La Independencia ejido in Jaumave, Tamaulipas State is found at 23° 33' 37" North y 99° 22' 57" West, 789 m asl, where 27 °C is the average annual temperature and 515 mm the average annual precipitation. Climate is dry, the least dry of the BS, semi-warm with a fresh winter. The rosetophyllous desert scrub type prevails with *Agave lechuguilla*, *Turnera difusa* Willd. and *Yucca filifera* Chabaud. In Figure 1 is shown the location of each experimental site.

In each location were established 100 x 100 m (1ha) random lots that were divided into 4 10 x 10 m quadrants. 15 adult plants with bud heights from 40 to 50 cm were chosen, which totaled 60 samples per location. Each one of them was labeled with a galvanized sheet marked progressive numbers from 1 to 15 with an indelible ink. Afterwards, the bud was cut with a rustic tool known as "cogollera" (sort of a big knife) to start the following shift. Cutting was performed on April 2005. Data were taken for the first three locations every 30 days and for the fourth one (Jaumave), every 60 days, as it was further from the rest. Measurements were taken from the base to the apex of the bud, using a centimeter graded tape. Records of field data were from May 2005 to May 2007. The experiment followed a divided lot design for each location. Data were analyzed with SAS Institute V8.0 (SAS, 1999) statistical program; there was significance in all the assessments. Tukey's mean model was tested only upon bud height.

During the first four months after cutting, height increments were very small for each location (figures 2 to 4).

It can be appreciated that from September to November 2005, the greatest bud growth of *Agave lechuguilla*, from 9.5 cm to 12.5 cm occurred in La Saucedá (Figure 2), and it behaved in a very similar way the following year during the same months. However, from December 2005 to February 2006, it can be clearly seen that there were no increments in height as the plant was in dormancy from the low temperatures.

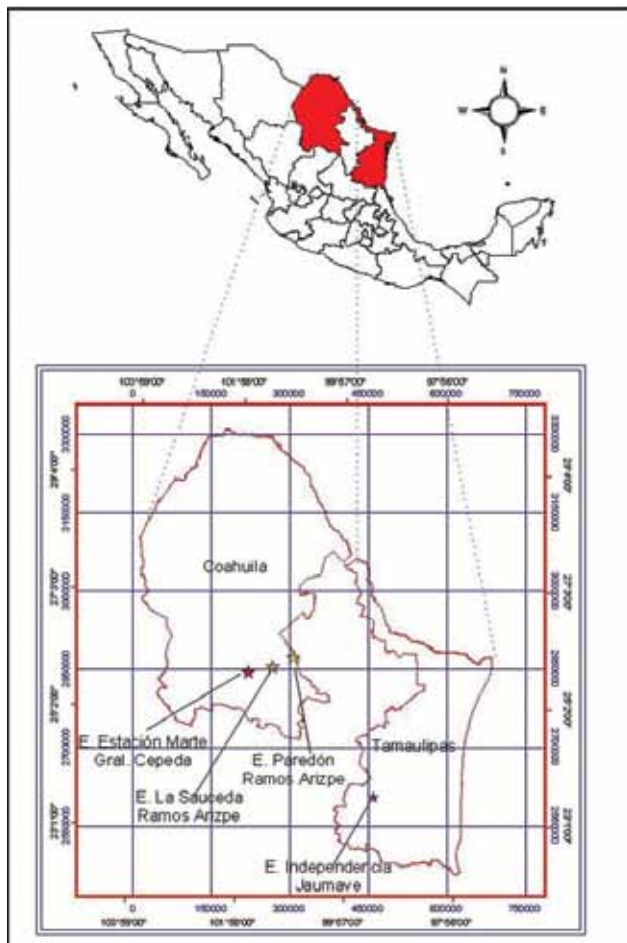


Figura 1. Ubicación de las cuatro áreas de estudio de *Agave lechuguilla* Torr.

Figure 1. Location of the four study areas of *Agave lechuguilla* Torr.

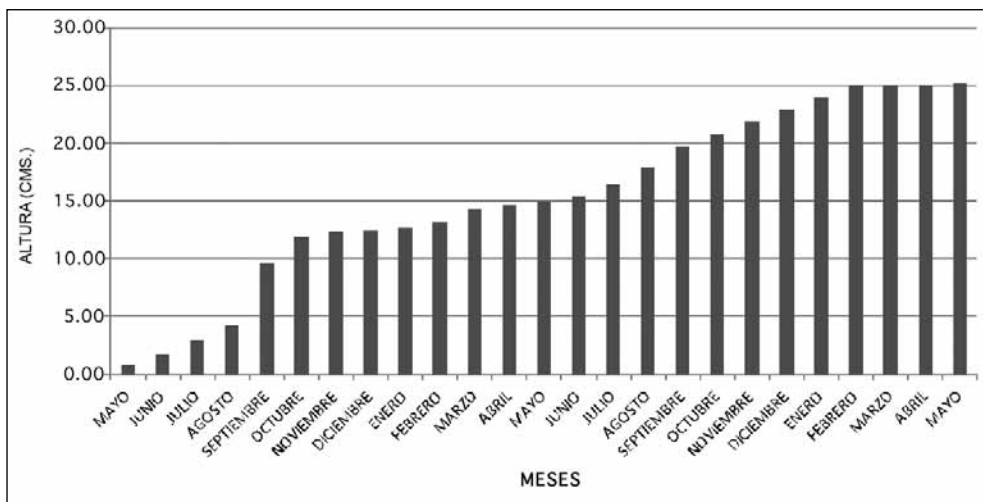


Figura 2. Altura promedio de cogollo de *Agave lechuguilla* Torr. en la localidad La Sauceda, municipio Ramos Arizpe Coah., a 22 meses del corte.

Figure 2. Average bud height of *Agave lechuguilla* Torr. in La Sauceda, Ramos Arizpe municipality, Coahuila State, after 22 months from cutting.

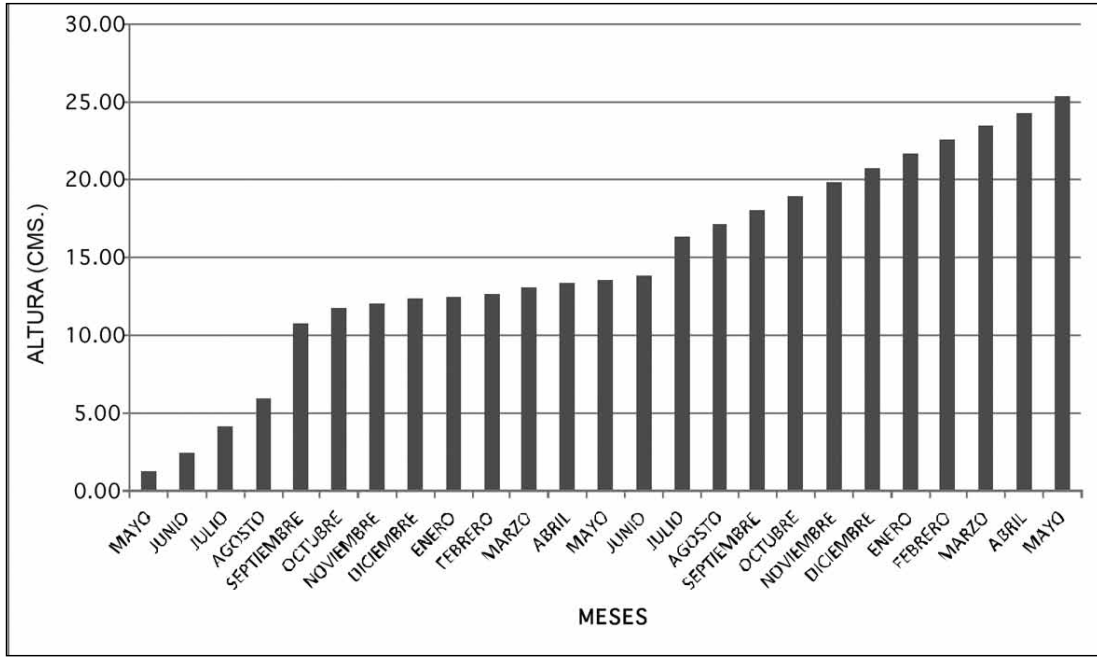


Figura 3. Altura promedio de cogollo de *Agave lechuguilla* Torr. en la localidad Paredón, municipio Ramos Arizpe, Coah., a 25 meses del corte.

Figure 3. Average bud height of *Agave lechuguilla* Torr. in Paredón, Ramos Arizpe municipality, Coahuila State, after 25 months from cutting.

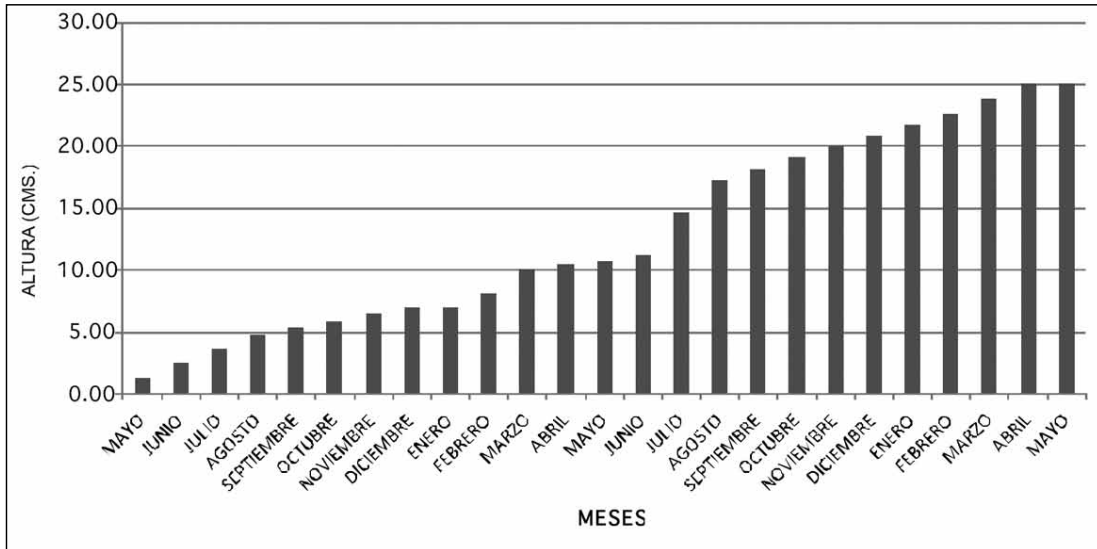


Figura 4. Altura promedio de cogollo de *Agave lechuguilla* Torr. en la localidad Marte, municipio General Cepeda, Coah., a 24 meses del corte.

Figure 4. Average bud height of *Agave lechuguilla* Torr. in Marte, General Cepeda municipality, Coahuila State, after 24 months from cutting.

Durante los primeros cuatro meses, después del corte de cogollo, los incrementos en altura fueron mínimos para cada una de las cuatro localidades estudiadas (figuras 2 a 4).

En La Saucedá se aprecia que septiembre, octubre y noviembre de 2005 reflejaron los mayores crecimientos del cogollo de *Agave lechuguilla*, de 9.5 cm hasta 12.5 cm (Figura 2); el comportamiento fue muy similar para el siguiente año en los mismos meses. Sin embargo para diciembre de 2005, enero y febrero de 2006 pudo distinguirse, claramente, que no hubo incrementos en la altura debido a que la planta se mantuvo en estado latente, por las bajas temperaturas.

La lechuguilla de este lugar alcanzó su nuevo turno técnico a los 22 meses, posteriores al turno anterior. Se observa una estacionalidad del crecimiento en los meses de octubre a febrero, en respuesta a que las temperaturas y la precipitación del sitio fueron muy limitadas. Esto impactó el crecimiento, ya que el promedio estuvo entre 0.17 y 0.53 cm mes⁻¹, aspectos importantes que mencionan Salisbury y Ross (1994).

La figura 3 expone que la localidad de Paredón llegó a su turno técnico a los 25 meses de que se verificó el aprovechamiento previo; así mismo, la estacionalidad del crecimiento ocurre de septiembre a junio. En un principio, los incrementos en altura fueron reducidos, ya que la planta sufrió estrés por el corte y por la falta de lluvias durante los primeros meses (mayo, junio y julio). Por otra parte hubo un buen desarrollo para los meses 15 y 16 (julio y agosto) del año siguiente al corte de inicio, cuando se obtuvieron promedios de crecimiento que de 1.0 a 1.2 cm, lo que se explica por los eventos de precipitaciones y temperaturas.

En la localidad de Marte, municipio General Cepeda, Coah., se logra el nuevo turno técnico a los 24 meses después de haberse cosechado el turno anterior (Figura 4) y se cumple así con la medida estándar establecida por la Norma Oficial Mexicana NOM-008-RECNAT-1996 (SEMARNAT, 1996).

Al igual que las procedencias anteriores, la madurez de cosecha de las plantas de este sitio estuvo influenciada por el período de precipitaciones ocurridas durante julio y agosto, con sus respectivos efectos en las temperaturas, lo cual favorece el crecimiento vegetativo.

A partir del quinto y hasta el decimocuarto mes, que abarca de septiembre a junio, después de realizada la cosecha anterior, se alcanzan aumentos de altura en el cogollo de 5 a más de 10 cm. Esto representa una estacionalidad por la época invernal, cuando desciende la temperatura y disminuye la precipitación que inciden en el crecimiento del cogollo a partir de los 15 hasta los 24 meses, es decir, de julio hasta abril del año siguiente.

The Lechuguilla of this place reached a new technical shift after 22 months from the previous shift. From October to February a stationary condition in growth can be seen as local temperature was low and rain was scarce. This influenced growth since the observed average was between 0.17 and 0.53 cm month⁻¹, a very important matter discussed by Salisbury and Ross (1994).

Figure 3 shows that in Paredón the technical shift occurred after 25 months of harvesting the previous shift. It can be observed, too, in this stable condition, growth from September to June. At first, increments in height were small, since the plant was suffering cutting stress and as a response to the lack of rain during the first months (May, June and July). On the other hand, there was a good development during July and August of the following year after the initial cutting, when average growths, from 1.0 a 1.2 cm, were obtained, which can be explained from the higher precipitations and temperatures that took place then.

In Marte location, lechuguilla had a new technical shift after 24 months after having been harvested the previous shift (Figure 4) and satisfying thus with the standard scale established by the Mexican Official Regulation NOM-008-RECNAT-1996 (SEMARNAT, 1996).

As the previous provenances, the maturity harvest of plants of this site was influenced by the precipitation period during July and August, with their respective effects on temperatures, which favors vegetative growth.

From the fifth to the 14th month, that includes September to June after the previous harvest was done, height increments of the bud were reached, from 5 and even over 10 cm. This represents a stability in winter, when temperature and rainfall are reduced, as they affect bud growth from the 15th to the 24th month, that is, from July to April of the following year.

For La Independencia ejido, according to its climatic conditions (annual precipitation and temperature) and soil conditions, bud regeneration reached a new harvest maturity or technical shift at 114 months, with the necessary height of 5 cm, average.

The greatest height increments were put into record during August, September, October and November of the same year, with a seasonal pause in winter, that belong to the seventh up to the tenth first month (November to March), when the development of the plant was interrupted.

Results from the four locations indicate that Jaumave (Tamaulipas State) was the first to reach technical shift. Therefore, and as shown in Figure 5, the registration of the later data was not accomplished.

Para el ejido La Independencia, de acuerdo a la condición climática que presenta (precipitación pluvial anual y temperatura) y a sus condiciones de suelo, la regeneración de los cogollos llegó a la nueva madurez de cosecha o turno técnico a partir de los 14 meses, con la altura requerida de 25 cm promedio.

De igual manera los mayores incrementos en altura se registraron durante agosto, septiembre, octubre y noviembre del mismo año, con una pausa estacional en invierno que correspondió del séptimo hasta el décimo primer mes (noviembre a marzo), cuando se interrumpió el desarrollo de la planta.

Los resultados obtenidos en las cuatro localidades indican que Jaumave (Tamaulipas) fue la primera localidad en la que se llegó al turno técnico. Por consiguiente, y como se muestra en la Figura 5, el registro de datos posteriores a dicha fecha ya no se realizó.

Sin embargo, al aumentar la temperatura y con la presencia de lluvias, el crecimiento se dispara en junio, un año después de la cosecha, porque manifestó su desarrollo óptimo. En ese momento el cogollo está nuevamente listo para ser recolectado.

Los máximos valores de crecimiento promedio se registraron en el verano y el otoño. Estos incrementos se deben, básicamente, a que las precipitaciones se acentuaron durante esos períodos y fueron la fuente principal de humedad en el suelo. Lo

However, when temperature and rains increase, growth shoots up in June, a year after harvest, because it showed the optimal development. In this moment, the bud is ready once more to be collected.

The highest average growth values were registered during summer and fall. These increments are basically due to the precipitations are emphasized during these periods and were the main source of soil moisture. This is of great value for growth and production of plants in natural populations, since water is the main element for photosynthesis and the essential medium of nutriment supply, according to their frequency and total distribution in regard to vegetative increment phases (Aguilera and Martínez, 1996). Nobel and Quero (1986) state that the available moisture from the soil is the most important variable for the *A. lechuguilla* yield and in most of the desert plants. It is considered a limiting agent for the productivity of the plant, since growth lowers since it delays cellular growth (Curtis *et al.*, 2000).

The technical shift length for each of the studied locations depended on the climatic conditions (precipitation, temperature) that they have, which agrees with Mendoza (1983), Benavides (1991) and Castillo *et al.* (2008), who recorded that it will depend upon environmental factors, climate among them. On the other hand, Berlanga (1991) and Berlanga *et al.* (1992) described that in natural populations, in a study of La Saucedá Experimental Station, the technical shift of lechuguilla varies from 14 to 16 months, because rainfall also affects growth

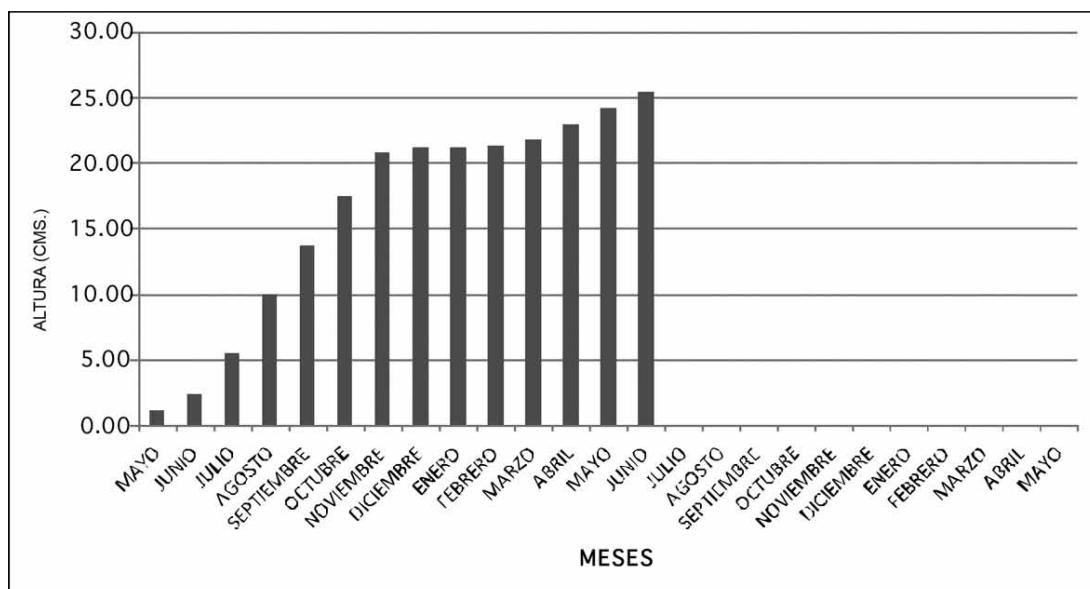


Figura 5. Altura promedio del cogollo de *Agave lechuguilla* Torr., en la localidad Jaumave, en el ejido La Independencia, Tamps., al 4 meses del corte.

Figure 5. Average height of *Agave lechuguilla* Torr. bud in Jaumave at La Independencia ejido, Tamps., after 14 months from cutting.

anterior es de gran valor para el crecimiento y producción de las plantas en poblaciones naturales, ya que el agua es el elemento principal para la fotosíntesis y el medio indispensable de suministro de nutrimentos, en función de su frecuencia y distribución total en relación a las fases de incremento vegetativo (Aguilera y Martínez, 1996). Nobel y Quero (1986) mencionan que la humedad disponible en el suelo es la variable más importante para la productividad de *A. lechuguilla* y en la mayoría de las plantas del desierto. Se considera como un agente limitante para la productividad de la planta, pues el crecimiento disminuye debido a que se retrasa el crecimiento celular (Curtis *et al.*, 2000).

La duración del turno técnico para cada una de las localidades estudiadas dependió de las condiciones climáticas (precipitación, temperatura) que se presentaron, lo cual concuerda con lo citado por Mendoza (1983), Benavides (1991) y Castillo *et al.* (2008) quienes documentan que este dependerá de diversos factores ambientales, entre ellos el clima. Por otra parte, Berlanga (1991) y Berlanga *et al.* (1992) describen, en un estudio hecho en el Campo Experimental La Sauceda, que en poblaciones naturales el turno técnico de la lechuguilla varía de 14 a 16 meses, porque la precipitación también impacta directamente en el crecimiento y, por lo tanto, en la velocidad de regeneración del cogollo. Durante el periodo de evaluación se tuvieron precipitaciones por arriba de la media para la zona (214 mm en el primer año y 389 mm para el segundo), las que influyeron de manera significativa en el crecimiento del cogollo. Los resultados obtenidos en la presente investigación coinciden con lo consignado por Berlanga (1991) y lo derivado de la investigación de Nobel y Quero (1986), respecto al impacto del agua en el crecimiento de la lechuguilla.

Con base en los resultados obtenidos se puede concluir que, durante dos años, los turnos técnicos de la planta o los tiempos necesarios para una cosecha óptima son para Jaumave, 14 meses; para La Sauceda, 22 meses, para El Paredón, 25 meses y para Marte, 24 meses. Con ello, se confirma que la regeneración del cogollo de *A. lechuguilla* responde de manera diferente a las condiciones climáticas de las localidades donde crece. 🌱

REFERENCIAS

Aguilera C, M y R. Martínez E. 1996. Relaciones agua suelo planta y atmósfera. Departamento de Irrigación Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de Méx., México. 256 p.

Benavides S, J.D. 1991. "Índices de sitio" para estimar la "Calidad de sitio" en bosques de "Coníferas". Rev. Cien. For. Méx. 16 (69):3-34.

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., L. A. González L. y H. Franco L. 1992. Metodología para la evaluación y manejo de lechuguilla en condiciones naturales. Folleto Técnico No. 1. SARH-INIFAP-CIRNE. Campo Experimental La Sauceda. Saltillo, Coah. México. 22 p.

directly, and, consequently, on bud regeneration speed. During the assessment period, (241 mm during the first year and 389 mm for the second), precipitation was over the average for the region and it influenced significantly, bud growth. The results obtained by the actual results are coincidental with Berlanga (1991) and that form what Nobel and Quero (1986) found in regard to the impact of water upon lechuguilla growth.

Based upon the results here described, it can be concluded that, for two years, the technical shifts of the plant or the necessary time for an optimal harvest are 14 months for Jaumave, 22 for La Sauceda, 5 for El Paredón and 24 for Marte, which confirms that bud regeneration of *A lechuguilla* reacts in a different way to the climatic conditions of the location where it grows. 🌱

End of the English version

Castillo Q., D., C. A. Berlanga R, M. Pando M. y A. Cano P. 2008. Regeneración del cogollo de *Agave lechuguilla* Torr. de cinco procedencias bajo cultivo. Rev. Cien. For. Méx. 103(33): 27-40.

Curtis, H., N. Sue B., A. Schnek y G. Flores. 2000. Biología. 6ª Edición. Editorial Panamericana. Buenos Aires, Argentina. 1491 p.

Marroquín S., J., G. Borja L., R. Velásquez C. y J. A. de la Cruz. C. 1981. Estudio ecológico dasonómico de las zonas áridas del Norte de México. Publicación Especial Núm. 2. 2ª Ed. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México, D. F., México. 166 p.

Mendoza B, M. A. 1983. Conceptos básicos de manejo forestal. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Edo de Méx. México. 118 p.

Nobel, S, P and E. Quero 1986. Environmental productivity indices for a Chihuahuan desert Cam plant, *Agave lechuguilla*. Department of Biology and Laboratory of Biomedical and Environmental Sciences. University of California. Los Angeles, CA. USA. 11 p.

Pando, M, O. Eufrazio, E. Jurado and E. Estrada. 2004. Post harvest growth of lechuguilla (*Agave lechuguilla*, Torr.) in North-eastern Mexico. Economic Botany 58(1): 78-82.

Salisbury, F. B. y C. W. Ross. 1994. Fisiología vegetal. Editorial Castellano (Interamericana). México, D. F. México 759 p.

Statistical Analysis System Institute (SAS-Institute). 1999. The SAS system for Windows. V 8.0, SAS Institute Inc. Cary, NC, USA, pp. 891-996.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 1996. Norma Oficial Mexicana NCM-008-RECNAT-1996. <http://www.semarnat.gob.mx./marcojuridico/nrec/008-recnat-1996.shtml> (25 de febrero de 2005).

Sheldon, S. 1980. Einobotany of *Agave lechuguilla* and *Yucca carnerosana* in Mexico. Economic Botany 34(4) 376-390.

Zapién B, M. 1981. Evaluación de la producción de ixtle de lechuguilla en cuatro sitios diferentes. In: Primera 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.