

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FORESTAL



Nolina cespitifera Trel. Especie Forestal no Maderable de las Zonas Áridas y Semiáridas del Noreste de México

Por:

LEYDI MAGDALI RECINOS LÓPEZ

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Saltillo, Coahuila, México

Enero de 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL

Nolina cespitifera Trel. Especie Forestal no Maderable de las Zonas Áridas y
Semiáridas del Noreste de México

Por:

LEYDI MAGDALÍ RECINOS LÓPEZ

MONOGRAFÍA

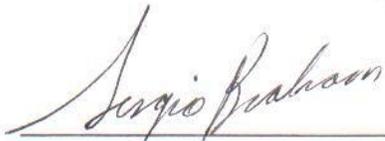
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

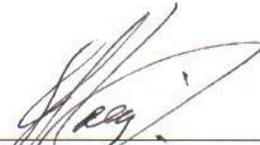
Aprobada:



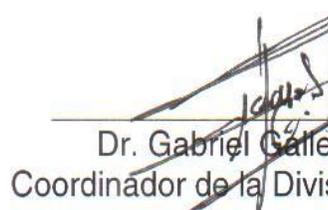
Ing. José Antonio Ramírez Díaz



Ing. Sergio Braham Sabag



M.C. Jorge David Flores Flores



Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación
División de Agronomía
Saltillo, Coahuila, México

Enero de 2016

DEDICATORIAS

A mis padres: Griselda López Juárez y José Luis Recinos Gómez

Primeramente por haberme traído a la vida, por esos esfuerzos tan grandes para hacer de mí una persona de buenos sentimientos y con un gran intelecto. Les agradezco la oportunidad que me dan para seguir estudiando y los consejos que me dan todos los días. Gracias por estar conmigo apoyándome en este ciclo de mi vida. Muchas gracias porque todo lo que soy se lo debó a ustedes y por ser una de mis motivaciones para terminar este sueño.

A mis hermanos: Luisito Recinos López, Aridelci Recinos López y Mayrín Recinos López.

Gracias por el apoyo que me dan con sus consejos, caricias, por los te quiero ustedes fueron mi fuente de inspiración para terminar mi carrera, porque todas las dificultades las pase con su cariño y amor. Por ser mi fuente de inspiración gracias.

A mis abuelitas: Juana Gómez Reyes y Gloria Juárez Gutiérrez

Gracias por darme tan buenos consejos y por el esfuerzo que realizaron para que yo terminara mi carrera profesional, por estar siempre a mi lado brindándome su cariño y amor; para que yo sea una persona con buenos principios.

A la familia: Gómez y Martínez;

A todos mis familiares les agradezco por ser parte de mi vida, por brindarme su apoyo moral y económico para que hoy yo sea una profesionista.

A mis amigos de la generación CXVII de la carrera Ingeniero Forestal: por brindarme su apoyo y amistad durante estos 5 años de carrera, por hacerme parte de sus vidas y estar conmigo en mis triunfos y derrotas: Amanda Gómez, Sergio Cruz, Evelio García, Néstor Hernández, Hernán Sánchez, Mauricio Zarate, Valentín Zúñiga, Sintia Rodríguez, Víctor Rivas, Maximiliano Fernández, Omar

Rueda, Adín Velázquez, Emanuel Domínguez, Mirna Cruz, Juvenal Rodríguez, Filiberto Rosas, Alba Pantoja, Diego Muñoz, Eduardo Ucan.

A mis amigos de toda vida que me han acompañado desde mi niñez, gracias por brindarme su amistad y ayudarme a crecer como persona: Iris, Amable, Liliana, Osbin, Antonio, Norma, Gema, Melesio, Alex, Gladis, Fabiola, Marleni, Sayi.

A mis compañeros de trabajo: David Monroy, Ciriaco Rangel, Juan Medina, Claudia Calzada, Alicia Muñoz, Juan Cabezas, gracias por haber depositado su confianza y haber creído en mí, por ayudarme a crecer profesionalmente.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de existir en este mundo, por todas las bendiciones y abundancias en mi vida, por los años vividos. Por darme una familia maravillosa, amigos y los sentimientos que me permiten conocer la alegría y el amor en la vida. Por ser el único amigo que está siempre en mis triunfos y derrotas, por nunca dejarme dar por vencida aún en las peores situaciones. Por darme la sabiduría y conocimiento para terminar mi carrera profesional. Te doy gracias por haber permitido terminar una de mis metas en esta vida, y guiarme en el camino del bien, quiero seguir recorriendo el mundo, agradeciendo a Dios todo cuanto me ha dado y por permitirme escribir estas líneas.

A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Por permitirme pertenecer a esta casa de estudios, por forjarme como profesionalista, agradezco de corazón los valores inculcados y llevo con mucho orgullo sellado tu nombre en mi corazón y mis pensamientos.

A MIS MAESTROS

“Educar es una tarea exigente y ardua. Exige paciencia, observación y creatividad, pero sobre todo amor es decir, saber que el otro tiene un bien que tú tienes que ayudar a descubrir y saber crecer” Santiago Arellano.

Por su entrega en mi aprendizaje, por compartir su sabiduría, por darme las herramientas necesarias para ser un profesionalista competitivo. Agradezco infinitamente sus consejos, los valores inculcados y ser parte de este logro académico. Mi gratitud y cariño por su infinita tolerancia y profesionalismo, los llevare por siempre en mi corazón y mis pensamientos, en especial al Dr. Celestino Flores López, M.C. Salvador Valencia Manzo, M.C. José Aniceto Díaz Balderas, M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez, M.C. Sergio Sánchez Martínez, Dr. Leobardo Bañuelos Herrera, M.C Jorge David Flores Flores, Dr. Jorge Méndez González y en general a todos los profesores que en mi vida como estudiante de esta universidad me apoyaron para culminar mi carrera profesional,

Debo agradecer de manera especial al Profesor José Antonio Ramírez Díaz, por apoyarme a concluir mi trabajo de titulación bajo su dirección. Por brindarme la confianza y el tiempo necesario en mi trabajo, y su capacidad para guiar mis ideas han sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta monografía, sino también en mi formación como profesionista. Le agradezco también el haberme facilitado siempre los medios suficientes para llevar a cabo todas las actividades propuestas durante el desarrollo de este trabajo. Le agradezco de manera infinita no solamente sus aportes como profesor, sino también como el amigo incondicional; sus consejos y valores han sido importantes en mi vida, esperando de corazón que nuestra amistad perdure para toda la vida.

Al Ing. Sergio Braham Sabag por su paciencia, disponibilidad y apoyo en la revisión y corrección de este trabajo.

Al M.C. Jorge David Flores Flores por su apoyo incondicional para la realización de este trabajo; por compartir sus conocimientos y experiencias.

Al Ing. Melesio de León por su apoyo en la revisión de este trabajo.

Al Ing. José Luis López por el apoyo para la obtención de información en campo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIAS	i
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CUADROS	viii
INDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo general	3
1.2 Objetivo específico.....	3
II. METODOLOGÍA.....	4
III. DESCRIPCION DE LA FAMILIA NOLINACEAE	5
3.1 Taxonomía de la familia Nolinaceae	5
3.2 Descripción botánica de la familia Nolinaceae	5
3.3 Adaptación morfológica de la familia Nolinaceae.....	6
3.4 Distribución	7
3.5 Diversidad	7
IV. DESCRIPCION DEL GÉNERO <i>NOLINA</i> MICHX.....	8
4.1 Taxonomía del género <i>Nolina</i> Michx.....	8
4.2 Descripción botánica del género <i>Nolina</i> Michx.	8
4.3 Distribución del género <i>Nolina</i> Michx.	9
4.4 Especies del género <i>Nolina</i> Michx.	11
V. DESCRIPCION Y AUTOECOLOGIA DE <i>NOLINA CESPITIFERA</i> TREL.	24
5.1 Clasificación taxonómica.....	24
5.2 Descripción botánica.....	25
5.2.1 Tallo	25
5.2.2 Hoja	26
5.2.3 Inflorescencia.....	26
5.2.4 Flor.....	27
5.2.5 Fruto	28
5.3 Floración y fructificación.....	30
5.4 Polinización	30
5.5 Distribución de <i>Nolina cespitifera</i> Trel.....	30

5.6 Asociación vegetal	32
5.7 Características agroclimáticas de su hábitat.....	36
5.7.1 Altitud.....	36
5.7.2 Clima.....	37
5.7.3 Suelo.....	37
5.7.3.1 Litosol	37
5.7.3.2 Rendzina	38
5.7.3.3 Castañozem	38
5.7.3.4 Feozem.....	38
5.7.3.5 Xerosol	39
5.7.3.6 Luvisol	39
VI. APROVECHAMIENTO DEL CORTADILLO	40
6.1 Marco jurídico.....	40
6.2 Problemática del aprovechamiento del cortadillo	44
6.3 Método de cosecha.....	45
6.4 Época y sistema de corte.....	47
6.5 Áreas de aprovechamiento	48
6.6 Obtención de la fibra	49
6.7 Producción	54
VII. USOS DEL CORTADILLO	55
7.1 Uso industrial	56
7.1.1 Proceso de fabricado de escobas.....	57
7.2 Uso forrajero	60
7.3 Uso artesanal.....	61
VIII. COMERCIALIZACIÓN Y MERCADO DE LA FIBRA DE CORTADILLO	61
IX. PRODUCCION DE LA PLANTA en vivero.....	62
9.1 Regeneración natural y problemática.....	62
9.2 Propagación sexual.....	64
9.2.1 Colecta de semilla.....	64
9.2.2 Germinación de la semilla.....	66
9.2.3 Siembra	69
9.2.3.1 Siembra en almácigos	69

9.2 3.2 Sustrato	71
9.2.3.4 Riego	73
9.2.3.5 Trasplante.....	73
9.2.3.6. Manejo de planta en vivero.....	75
9.2.3.7 Tiempo requerido para la producción de la planta.....	75
X. ÁREAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES DEL CORTADILLO.	76
10.1 Características agro-ecológicas para determinar áreas potenciales de plantación de <i>Nolina cespitífera</i> Trel.	77
10.1.1 Factores climáticos	77
10.1.1.1 Precipitación media anual.....	77
10.1.1.2 Temperatura media anual.....	77
10.1.2 Factores edáficos.....	78
10.1.2.1 Tipos de suelo	78
10.1.2.2 Textura de suelo	78
10.1.2.3 Profundidad del suelo	79
10.1.3 Características químicas del suelo	79
10.1.4 Factores topográficos	80
10.1.4.1 Altitud sobre el nivel del mar.....	80
10.1.4.2 Pendiente	81
XI. CONCLUSIONES	82
XII. RECOMENDACIONES	83
XIII. LITERATURA CITADA.....	84

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Especies del género <i>Nolina</i> Michx. y su distribución en Norteamérica (Trelease, 1911; Hess, 2002; Hochstätter, 2010).....	22
Cuadro 2. Categorías comerciales del cortadillo (SEMARNAT, 2003).....	49
Cuadro 3. Densidad y producción de cortadillo <i>Nolina cespitifera</i> Trel. en los principales tipos de vegetación en la región sur de Coahuila (Castillo y Sáenz, 1993).....	54
Cuadro 4. Características químicas del suelo donde se distribuye naturalmente el cortadillo. (Martínez y Lara, 2007).....	80

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución del género <i>Nolina</i> Michx. (Hochstätter, 2010).....	10
Figura 2. <i>Nolina cespitifera</i> Trel., lugar Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 15 abril de 2014).....	24
Figura 3. <i>Nolina cespitifera</i> Trel., lugar Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 15 abril de 2014).....	25
Figura 4. Planta juvenil de <i>Nolina cespitifera</i> Trel., lugar Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 15 abril de 2014).	25
Figura 5. Hojas de <i>Nolina cespitifera</i> Trel., lugar Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 15 abril de 2014).....	26
Figura 6. Inflorescencia. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Ing. José Antonio Ramírez Díaz, 10 de junio de 2015).....	27
Figura 7. Flor. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Ing. José Antonio Ramírez Díaz, 10 de junio de 2015)....	27
Figura 8. Semillas de <i>Nolina cespitifera</i> Trel. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 10 de diciembre de 2015).....	29
Figura 9. Distribución de <i>Nolina cespitifera</i> Trel. (Castillo <i>et al.</i> , 2015).	31
Figura 10. <i>Nolina cespitifera</i> Trel. aspecto general, ubicada en el ejido El Cercado, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 6 de enero 2016).	32
Figura 11. <i>Nolina cespitifera</i> Trel.- <i>Dasyllirion cedrosanum</i> , lugar Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 15 abril de 2014).	33
Figura 12. Vegetación de Izotal donde se presenta el cortadillo (García y Celestino, 1999).	34
Figura 13. <i>Nolina cespitifera</i> Trel. en el bosque de pino piñonero (Castillo y Sáenz, 2005).	35

Figura 14. Colecta de la hoja de cortadillo. (Castillo y Cano, 2005).	46
Figura 15. Corte de la hoja de cortadillo, área de aprovechamiento ubicado en el ejido El Cercado, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 6 de enero 2016).	47
Figura 16. Productor de fibra de cortadillo en el Rancho de Notillas, Parras De La Fuente, Coahuila. (Fotografía tomada por Ing. José Antonio Ramírez Díaz, 16 abril de 2014).	48
Figura 17. Hojas de <i>Nolina cespitifera</i> Trel. en “tercios”. En la “Palmillera” ubicada en el Rancho de Notillas, Parras De La Fuente, Coahuila. (Fotografía tomada por Ing. José Antonio Ramírez Díaz, 16 abril de 2014).	49
Figura 18. Clasificación de cortadillo <i>Nolina cespitifera</i> Trel. en “tercios”. En la “Palmillera” ubicada en el Rancho de Notillas, Parras De La Fuente, Coahuila. (Fotografía tomada por Ing. José Antonio Ramírez Díaz, 16 abril de 2014).	50
Figura 19. Guillotina, corte de las hojas del cortadillo <i>Nolina cespitifera</i> Trel. en “tercios”, el área de la “Palmillera” ubicada en el Rancho de Notillas, Parras De La Fuente, Coahuila. (Fotografía tomada por Ing. José Antonio Ramírez Díaz, 16 abril de 2014).	51
Figura 20. Rapiadora. Proceso de rapiado de las hojas del cortadillo <i>Nolina cespitifera</i> Trel. En el área de la “Palmillera” ubicada en el Rancho de Notillas, Parras De La Fuente, Coahuila. (Fotografía tomada por Ing. José Antonio Ramírez Díaz, 16 abril de 2014).	51
Figura 21. Secado de la hoja del cortadillo, <i>Nolina cespitifera</i> Trel. en el área de la “Palmillera” ubicada en el Rancho de Notillas, Parras De La Fuente, Coahuila. (Fotografía tomada por Ing. José Antonio Ramírez Díaz, 16 abril de 2014).	52
Figura 22. Área de pesado de la hoja de cortadillo, ubicado en el Rancho de Notillas, Parras De La Fuente, Coahuila. (Fotografía tomada por Ing. José Antonio Ramírez Díaz, 16 abril de 2014).	53
Figura 23. Lugar de almacenamiento de la fibra de cortadillo, ubicado en el Rancho de Notillas, Parras De La Fuente, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 16 abril de 2014).	53
Figura 24. Plantación de cortadillo en el ejido El Cercado. Superficie 4 ha, año de plantación 1980. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 6 de enero de 2016).	55

Figura 25. Corte de la hoja de cortadillo <i>Nolina cespitifera</i> Trel. de dimensiones largas y cortas, lugar Rancho Notillas, Parras De La Fuente, Coahuila. (Fotografía tomada por Ing. José Antonio Ramírez Díaz, 16 abril de 2014).	56
Figura 26. Fábrica artesanal ubicada en el ejido El Cercado, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 6 de enero 2016).	57
Figura 27. Forjadora, ubicada en el ejido El Cercado, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 6 de enero 2016).	58
Figura 28. Cosedora, ubicada en el ejido El Cercado, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 6 de enero 2016).	59
Figura 29. Sierra, ubicada en el ejido El Cercado, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 6 de enero 2016).	59
Figura 30. Escoba elaborada con la fibra de cortadillo, fábrica artesanal ubicada en el ejido El Cercado, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 6 de enero 2016).	60
Figura 31. Almacigos fijos (Castillo y Cano, 2005).	70
Figura 32. Almacigos fijos rústicos, ubicados el vivero del Ejido El Cercado, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 6 de enero 2016).	71
Figura 33. Tierra de monte, sustrato que se utiliza en el vivero del Ejido El Cercado, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 6 de enero 2016).	72
Figura 34. Planta de cortadillo lista para el trasplante (Castillo y Cano, 2005).	74
Figura 35. Planta de cortadillo en bolsas de polietileno en el vivero del Ejido El Cercado, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 6 de enero 2016).	75
Figura 36. Planta de cortadillo lista para plantación, en el vivero del Ejido El Cercado, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 6 de enero 2016).	76

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue recopilar la información científica y técnica más actualizada de la especie *Nolina cespitifera* Trel. (cortadillo) con el fin de que sirva como marco referencial de consulta y así facilitar el conocimiento dentro de los alumnos, profesionista y productores forestales, que estén involucrados con el manejo y aprovechamiento de la especie.

El método que se empleó para la elaboración de este escrito consistió en un guion temático que se discutió con los asesores, con el propósito de buscar los temas de mayor importancia y trascendencia para los lectores de esta monografía. Los temas principales son: descripción de la familia Nolinaceae, descripción del género *Nolina* Michx., descripción, aprovechamiento y producción de *Nolina cespitifera* Trel., así como también la identificación de las áreas con buen potencial para el establecimiento de plantaciones, al final del trabajo se realizó un breve análisis sobre los temas principales de la monografía, para identificar cuál es el déficit de información científica que existe con el fin de tomarlo como referencia para posibles estudios futuros.

En la elaboración de esta monografía se consultaron 105 referencias bibliográficas sobre *Nolina cespitifera* Trel. especie forestal no maderable del noreste del País. En la revisión bibliográfica se verificó que existe falta de información sobre todo en temas como manejo de plantaciones, producción de planta en vivero y manejo silvícola, por lo cual es recomendable hacer más estudios referentes a esta especie con la finalidad de verificar en la actualidad cuál es el potencial e impacto que ha tenido como cultivo alternativo para contrarrestar la desertificación en las zonas áridas y semiáridas de nuestro País.

Palabras clave: Monografía, *Nolina cespitifera* Trel., Aprovechamiento, Usos, Vivero.

Correo electrónico; Leydi Magdali Recino Lopez, mia_10_50@hotmail.com

I. INTRODUCCIÓN

La situación geográfica, la variedad de climas, la topografía e historia geológica son factores esenciales para la existencia de la gran diversidad de ecosistemas en México, a nivel mundial México ocupa el segundo lugar en lo que se refiere a diversidad de ecosistemas y es considerado como uno de los cinco países megadiversos del planeta (Mittermeier *et al.*, 1997; SEMARNAT, 2009).

Por la posición geográfica México se encuentra dentro de las zonas de los grandes desiertos del mundo, lo que da como resultado que de la superficie del territorio mexicano 80 millones de hectáreas, o sean el 40% del mismo, correspondan a zonas áridas y semiáridas, localizadas principalmente en la parte norte del País en dos áreas, el desierto Sonorense y Chihuahuense (Sánchez 1981; Rzedowski, 2006).

En estas grandes áreas desérticas prospera comunidades vegetales de gran importancia ecológica, su contribución a la flora fanerogámica de México se estima en unas 6,000 especies de las cuales cerca del 60% se restringe a nuestro País (Rzedowski, 1998), además son zonas que se consideran centros de origen y diversificación de grupos de plantas como las cactáceas, las fouquieriaceas, las agaváceas y las crasuláceas.

Las especies vegetales presentes en las zonas áridas y semiáridas del País, tienen un gran potencial económico y desafortunadamente solo en algunas de ellas existen investigaciones o estudios científicos acerca de características taxonómicas, ecológicas y botánicas, información que es de gran importancia para un manejo racional y aprovechamiento sustentable de la vegetación (Sánchez 1981; Rzedowski, 2006).

En los últimos años se ha acelerado la sobreexplotación de algunas especies de las zonas áridas y semiáridas, su aprovechamiento ha sido excesivo y de manera irracional, a tal grado que las poblaciones naturales han disminuido; sumado a esto existe la problemática de la ganadería que ha provocado la

fragmentación de los ecosistemas y la escasez de productos de gran importancia en la economía de las familias del área rural (Cervantes, 2005; Rzedowski, 2006).

Tal es el caso de cortadillo una especie forestal no maderable que en la actualidad tiene una fuerte demanda por las industrias que se dedican a la fabricación de escobas en el Estado de Nuevo León, la adquisición de este bien está provocando una disminución en las poblaciones naturales existentes en la región, por lo consiguiente los productores tiene que trasladarse a lugares más alejados para coleccionar el recurso, lo cual conlleva a una menor eficiencia en el aprovechamiento (Castillo,1995).

Nolina cespitifera Trel. es una especie de las zonas áridas y semiáridas del sur y centro del Estado de Coahuila, sur de Nuevo León y norte de Zacatecas (Castillo y Sáenz, 1993). El aprovechamiento de este recurso representa una alternativa económica de subsistencia y en muchos casos, es la fuente principal de ingresos económicos para los productores de la región, por lo precedente es un recurso con gran potencial industrial para el noreste del País (Castillo y Sáenz, 1993; Castillo y Cano, 2005).

Del cortadillo se aprovechan sus hojas las cuales mediante un procesamiento se transforman a una fibra de alta calidad y resistencia utilizada en la región para diversos usos, como; la fabricación de rodillos y discos para barredoras mecánicas, núcleos de cartuchos explosivos, es empleada como materia prima combinada con sorgo escobero, en la fabricación de escobas, escobillas y cepillos; además se utiliza para la construcción de muebles rústicos en sustitución del ratán y artesanías (Castillo y Sáenz, 1993).

En la actualidad la región sur del Estado de Coahuila es la de mayor importancia en relación a las áreas de distribución, aprovechamiento y comercialización de la fibra de cortadillo donde este tiene fuertes repercusiones socioeconómicas (Sáenz y Castillo, 1992).

Por lo anterior *Nolina cespitifera* Trel. es recurso con un gran potencial industrial para el noreste del País y se ha considerado como un cultivo alternativo de diversificación y reconversión productiva para zonas áridas, además es una opción para frenar y revertir la desertificación de los suelos e incorporar terrenos abandonados de nuevo a la actividad económica, logrando disminuir los niveles de pobreza de la poblaciones rurales de esta zona a partir de la generación de empleos permanentes que se obtienen con la producción de fibra de cortadillo, consiguiendo con esto un mejor equilibrio ecológico en los ecosistemas desérticos (Feuchter, 2001).

1.1 Objetivo general

Recabar información técnica y científica del cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.), sus características ecológicas, botánicas, áreas de distribución y aprovechamiento; así como proporcionar información sobre el estado actual de este recurso en las zonas áridas y semiáridas del noreste de México. .

Dar a conocer el proceso de producción y extracción de la hoja del cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.).

1.2 Objetivo específico

Proporcionar información científica para la enseñanza e investigación sobre los recursos forestales no maderables de las zonas áridas y semiáridas de México.

Generar un documento que sirva de sustento bibliográfico a estudiantes, profesionistas y productores del ámbito forestal, para la toma de decisiones acerca del manejo y aprovechamiento del cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.).

II. METODOLOGÍA

El presente trabajo es un estudio de investigación bibliográfica, recopilación de datos y búsqueda de información sobre el cortadillo *Nolina cespitifera* Trel. Para tal fin se hizo una consulta exhaustiva en el centro de información y documentación de la UAAAN (Biblioteca Central, Herbario de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y Hemeroteca), además de consultar revistas de investigación científica y tecnológica, folletos técnicos y recibir el apoyo de maestros especialistas en el tema; corroborando la información adquirida con salidas de campo en áreas donde se distribuye y aprovecha el cortadillo.

Para llevar un orden y seguimiento de la literatura consultada se realizó inicialmente un guión temático que permitió rastrear exhaustivamente, la información más actualizada y de mayor importancia.

Lo anterior con la finalidad de generar un documento de consulta para los estudiantes, profesionistas y principalmente para los productores que se dedican al aprovechamiento de dicha especie, esto con el fin de que sirva como marco referencial para la toma de decisiones acerca del aprovechamiento y manejo sustentable del cortadillo.

III. DESCRIPCION DE LA FAMILIA NOLINACEAE

3.1 Taxonomía de la familia Nolinaceae

Según estudios realizados sobre la taxonomía del género *Nolina*, algunos autores lo han ubicado como parte de la familia Liliaceae (Engler, 1888; Standley, 1920; Krause, 1930), otros autores consideran al género dentro de la familia Agavaceae (Cronquist, 1981; Verhoek y Hess, 2002). De igual manera Brummitt (1992) lo ubica dentro de la familia Dracaenaceae. Según investigaciones realizadas por APG (1998) y APG II (2003) suscriben al género en la familia Convallariaceae y Ruscaceae. Investigaciones recientes consideran al género como subfamilia Nolinoideae dentro de Asparagaceae (APG III, 2009; Kim *et al.*, 2010; FJpower, 2014) o como parte de la familia Nolinaceae (Bogler, 1998; Walker, 2001).

La familia Nolinaceae fue propuesta por Nakai (1943) y está constituida por cuatro géneros *Becaucarnea* (Lemaire, 1861), *Calibanus* (Rose, 1906), *Dasyllirion* (Zuccarini, 1838) y *Nolina* (Michaux, 1803). La clasificación de los géneros se hizo en base a la forma de crecimiento, forma de la hoja y características del fruto (Trelease, 1911; Sánchez, 1981; García *et al.*, 2012; Rivera y Solano, 2012). En esta investigación se ubicará a *Nolina cespitifera* Trel. como parte de la familia Nolinaceae hasta no tener evidencias morfológicas y moleculares más concretas.

3.2 Descripción botánica de la familia Nolinaceae

Los miembros de esta familia son plantas xerófilas, policárpicas, perennes, dioicas o poligamodioicas, rosetófilas acaules o caulescentes; algunas especies en forma de árbol. Tallos simples, fibrosos, en ocasiones hinchados en la base; troncos subterráneos o ramificados, cubiertos por hojas persistentes o corteza escamosa. Hojas densas, espiraladas, organizadas en rosetas terminales o en el ápice de las ramas, simples, enteras, planas o cóncavas, ocasionalmente pecioladas (Sánchez, 1981; Bogler, 1988; Rivera y Solano, 2012).

Presentan láminas lineares a linear-lanceoladas, márgenes enteros, serrulados o dentados, rara vez filíferos, glabras o con tricomas simples, nervadura paralela, ápices fibrosos, con espinas agrandadas en el caso del género *Dasyllirion* (Sánchez, 1981; Bogler, 1988; Rivera y Solano, 2012).

Inflorescencia terminal con muchas flores, en panículas laxas o densas, fascículos en racimos cortos y delgados o rara vez flores solitarias, brácteas grandes. Flores unisexuales, trímeras, hipóginas, actinomorfas, con pedicelos articulados; perigonio 6-mero, en 2 series, campanulado o urceolado; tépalos libres, de color blancos, amarillos o púrpuras, estambres 6 insertados, filamento glabros, libres o adnados a la base de los tépalos, anteras fijas. Ovario generalmente súpero, 3-carpelar, con 1-3 lóculos, placenta con axilar; nectarios séptales presentes; óvulos 6, 2 por carpelo, anátropos u ortótropos; estilo corto; estigma capitado o 3-dividido. Frutos cápsulas infladas, 3-aladas indehiscentes o 3-lobadas dehiscentes. Semillas 1-3 por fruto, globosas, fusiformes a triquetras, sin fitomelano (Sánchez, 1981; Bogler, 1988; Rivera y Solano, 2012).

3.3 Adaptación morfológica de la familia Nolinaceae

Las especies de la familia Nolinaceae son plantas xerofitas y presentan diferentes mecanismos de adaptación para soportar grandes sequías y tolerar la escasez de agua. Varios géneros tienen tallos acaules, plantas con tallo cortos ampliados en gran medida en la base (Shantz, 1956). En el género *Dasyllirion* los troncos con frecuencia se reclinan al suelo y están protegidos por una gran cantidad de hojas espinosas persistentes en la base, estas características es probablemente mecanismos de adaptación a los incendios frecuentes es decir son plantas dependientes del fuego. Otros géneros presentan tallos subterráneos (tubérculos caulinareos) que sirven a la planta como órganos de reserva cuando pasa por condiciones desfavorables, en esta situación las raíces pueden ser prescindibles en tiempos de sequía (Bogler, 1988).

Algunas especies del género *Nolina* y *Dasyllirion*, permanecen poco caulescente con la base del tallo engrosado durante toda su vida, en especies del género *Beaucarnea* y *Calibanus*, el tallo es grueso. En el género *Nolina* las hojas nacen en densas rosetas, terminales, bases de las hojas están dispuestas en superposición espiral y, a veces enormemente engrosadas, las hojas son largas-lineares, aplanadas, cóncavas u ocasionalmente cuadrangulares gruesas, los márgenes de las hojas están casi siempre llenas de estrías pequeñas, estas características son en gran medida para disminuir la superficie de transpiración y para almacenar la mayor cantidad de agua (González, 2012). En la mayoría de especies de *Dasyllirion* los márgenes se han ampliado a espinas afiladas, y en *Nolina bigelovii* los márgenes son filiferos, estas características hacen que la planta pierda la mínima cantidad de agua por procesos de evapotranspiración (Bogler, 1988; González, 2012).

3.4 Distribución

La familia Nolinaceae se distribuye principalmente en regiones áridas o semiáridas, de Norteamérica y parte de Centroamérica (Engler, 1888; Trelease, 1911; Standley, 1920).

3.5 Diversidad

La Familia Nolinaceae consta de 4 géneros y cerca de 50 especies en América, 4 géneros y 45 especies en México (Standley 1920; Bogler, 1988). De igual manera López (2012), menciona que la familia Nolinaceae en México está representada por 53 especies de las cuales aproximadamente 41 especies son endémicas del País.

IV. DESCRIPCION DEL GÉNERO *NOLINA* MICHX.

4.1 Taxonomía del género *Nolina* Michx.

El género fue descrito por André Michaux en (1803) y publicado en *Flora Boreall Americana*. La primera revisión taxonómica del género fue realizada por Trelease (1911) quien incluyó 21 especies, agrupadas en cuatro grupos: (*Graminifoliae (Nolina)*, *Erumpentens*, *Microcarpae* y *Arborescentes*), delimitadas con base en el hábitat, las características de las hojas, el tipo de inflorescencias y los frutos.

El género ha sido poco estudiado desde el punto de vista taxonómico; entre los trabajos recientes están el de Dice (1988), quien abordó la sección *Arborescentes* de *Nolina* para los Estados Unidos de América, el de Hess y Dice (1995) quienes publicaron una especie nueva de California y el de Hess (2002) quien realizó el tratamiento taxonómico del género para la Flora de Norteamérica, describiendo 14 especies. Para México Trelease (1911), Standley (1920) y Hochstatter (2010) consideraron 17 especies, ubicadas en las cuatro secciones mencionadas, diez de ellas endémicas del País.

4.2 Descripción botánica del género *Nolina* Michx.

Son plantas perennes, rosetófilas arborescentes o cespitosas, leñosas, caulescentes o acaulescentes, dioicas o poligamodioicas. Tallos de 25 cm. de diámetros aproximadamente, gruesos y bien desarrollados, pero no ensanchados en la base, cubiertos con los restos de las hojas secas. Las hojas miden de 15 a 40 mm. de ancho, están en forma de rosetas sobre el ápice de las ramas, persistentes o deciduas, espiraladas, numerosas, lineares, erectas o arqueadas, ápice agudo, no fibroso en la madurez, margen enteros o serrulado (Michaux, 1803; Standley, 1920; Hess, 2002; Rivera y Solano, 2012; Burrows y Tyrl, 2013). Las inflorescencias son terminales, espiciformes o panículadas, pedúnculos ocasionalmente muy reducidos; brácteas deciduas u ocasionalmente persistentes, alargadas, marcadamente atenuadas, las brácteas fértiles son pequeñas y

escariosas. Las flores generalmente son unisexuales, pequeñas, numerosas, blanquecinas, trímeras, pediceladas; pedicelos articulados, generalmente en la mitad o hacia la base; perigonio con 6 tépalos, oblongos o elípticos-ovados, persistentes, tornándose escariosos; 6 estambres, generalmente abortivos en flores femeninas; ovario supero trilocular, profundamente trilobado, abortivo en flores masculinas; estilo muy corto o ausente, 2 óvulos por lóculo. Frutos en cápsulas, trilobadas y triloculadas, de paredes delgadas o a veces gruesas, infladas e indehiscentes. Semillas de 1 a 3 por fruto, globosas, de color grisáceo, o blanco marrón negruzco, la dispersión de la semilla en la mayoría de especies es por el viento (Standley, 1920; Hess, 2002; Rivera y Solano, 2012; Burrow y Tyrl, 2013).

4.3 Distribución del género *Nolina* Michx.

Nolina Michx. (1803) es un género americano con 21 a 30 especies que se distribuyen desde el sur de los Estados Unidos de América hasta México, con su límite de distribución meridional en el Estado de Oaxaca (Trelease, 1911; Hess, 2002; Hochstatter, 2010) De igual manera Engler (1888), reconoce 10 especies del género *Nolina* Michx., las cuales se distribuyen en Texas y California.

La distribución de este género es restringida, ya que preponderadamente se encuentra en zonas cálidas y secas (Rzedowski, 1978). Por su parte Trellease (1911) menciona que los cuatro géneros *Nolina*, *Dasyllirion*, *Beaucarnea* y *Calibanus* de la familia Nolinaceae tienen su centro de distribución en áreas templadas de México y Estados Unidos donde confina la mayoría de estas especies de estos géneros. De la misma manera, (Botkin 1943, citado por Velázquez 1980) señala que el género *Nolina* Michx. se desarrolla en grandes manchones sobre colinas gravosas y arenosas, en las llanuras altas y laderas de las montañas.

Por otro lado Hess (2002) y Burrow y Tyrl (2013) señalan que todas las especies del género *Nolina* Michx., se distribuyen al suroeste y sureste de Estados Unidos, en el norte de México, principalmente en los desiertos de Chihuahua y Sonora. En altitudes que varían desde el nivel del mar hasta los 3,200 msnm. En el suroeste de los Estados Unidos el área de distribución comprende los Estados de Arizona, California, Colorado, Nevada, Nuevo México, Oklahoma y Texas; en la costa oriental se extiende desde Carolina del sur a través de Georgia hasta el Estado de Florida.

Hochstätter (2010) menciona que la mayoría de las especies son nativas de México, crecen en los Estados de Baja California, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Zacatecas, Nayarit, México y Oaxaca. El tipo de vegetación donde se desarrollan son: bosques tropicales caducifolios, bosques secos y matorrales, zonas esteparias y muy secas como el desierto de Mojave (Figura 1).

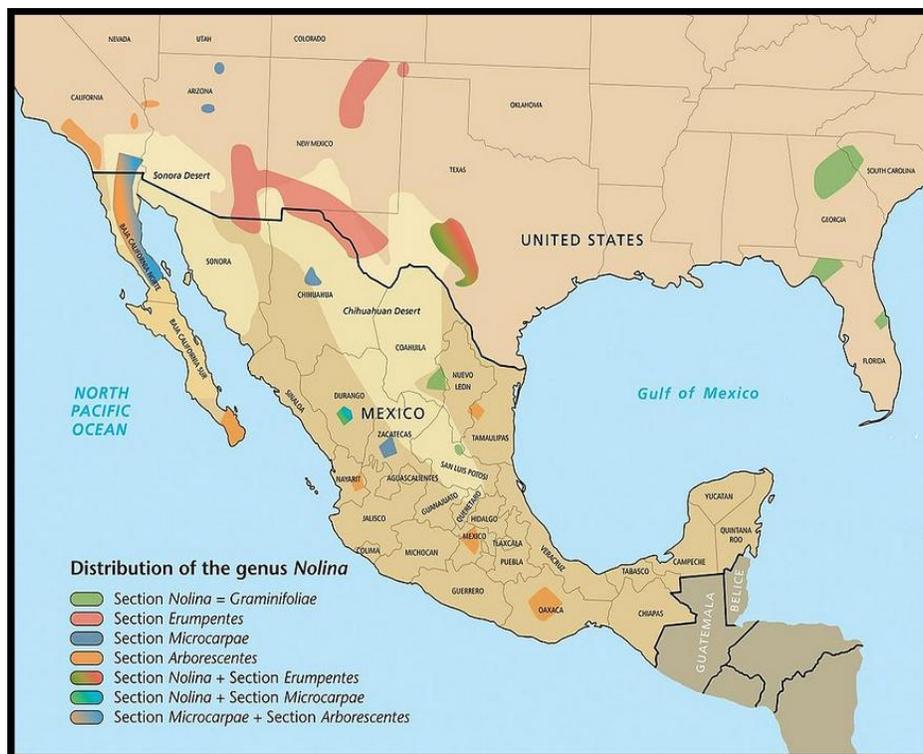


Figura 1. Distribución del género *Nolina* Michx. (Hochstätter, 2010).

4.4 Especies del género *Nolina* Michx.

El número total de especies existentes varía de acuerdo a los autores, Espejo y López (1996) agrupan 26 especies del género, que son: *Nolina pumila* (Nayarit), *Nolina juncea* (Zacatecas), *Nolina humilis* (San Luis Potosí), *Nolina watsonii* (San Luis Potosí), *Nolina affinis* (Chihuahua y Sonora). *Nolina erumpens* (Chihuahua), *Nolina palmeri* (Baja California), *Nolina microcarpa* (Chihuahua y Sonora), *Nolina durangensis* (Durango y Chihuahua), *Nolina elegans* (Zacatecas), *Nolina rigida* y *Nolina bigelovii* (Sonora y Chihuahua), *Nolina nelsonii* (Tamaulipas), *Nolina caudata* (Chihuahua y Sonora), *Nolina beldingii* (Baja California), *Nolina parviflora* (Veracruz, Puebla y Estado de México), *Nolina longifolia* (Oaxaca y Puebla), *Nolina hartwegiana* (en las planicies de Zacatecas), *Nolina compacta*, *Nolina beldingideserticola* y *Nolina Altamirano Ana* (Sonora y Chihuahua), *Nolina texana* var. *compacta* (Sonora y Chihuahua), *Nolina parryi* (Sonora y Chihuahua), *Nolina cespitifera* Trel. (Nuevo León y Coahuila) y *Nolina matapensis* (Sonora).

Little (1968) reporta a *Nolina bigelovii* var. *Parryi* como una especie nativa de laderas y cañones del desierto en Nuevo México, parte occidental de Arizona, sureste de California, Baja California y Sonora. Es un arbusto perenne, con hojas angostas o pequeñas, de 1.2 a 5 m. de altura y de 60 a 90 cm. de diámetro, tallo no ramificado. Hojas numerosas, largas y angostas, de 60 a 140 cm. de largo, 1 a 2 cm. de ancho, borde ligeramente rugoso, de color pajizo. Flores de tallo erguido, 0.9 a 2.5 m. de longitud, flores numerosas mayores de 1.3 cm. de largo, de color blanco con tinte verdoso, época de floración en los meses de junio y julio.

Hochstätter (2013) realizó una descripción taxonómica de una nueva especie del género *Nolina*, describe algunas de sus características botánicas y ecológicas, así como su distribución. *Nolina pollyjeanneae* es endémica del Estado de Oklahoma, se encuentra en un rango altitudinal de los 1,300 msnm., crece aislada en laderas de piedra caliza suave, en las colina rocosas secas en bosques abiertos de pinos piñoneros y *Juniperus* spp., se encuentra asociada con *Yucca*

harrimaniae var. *neomexicana*, *Cylindropuntia imbricata* y *Opuntia* spp. *Nolina texana* y *Nolina greenei*; son las especies geográficamente y ecológicamente más cercano a este taxón. Es una planta de 1 a 2 m. de diámetro; hojas delgadas, similar a la hierba, 40 a 80 cm. de largo, 2 a 4 mm. de ancho en la base, de color verde oscuro, bastantes flexibles, la punta de la hoja es fibrosa y cónica; haz de la hoja liso y envés áspero, bordes de las hojas finamente denticulados. Inflorescencia paniculada en los rosetones centrales o laterales de las hojas, de 40 a 80 cm. de altura; flores blancas-verdosas, de 2 a 3 mm. de ancho; fruto una cápsula unilocular, de color marrón claro a casi transparente, de 3 a 4 mm. de ancho. Semillas esféricas, de color marrón, de 2 a 3 mm. de diámetro. El período de floración es de mayo a junio.

García *et. al.* (2012) realizaron una descripción taxonómica de una nueva especie, *Nolina excelsa* que es endémica de la Montañas de la Mixteca Alta, en los Distritos de Huajuapán y Teposcolula, Oaxaca. Se encuentra entre los 2,300 y 2,700 msnm., en laderas con pendiente pronunciadas, sobre suelos leptosoles y regosoles; delgados y pedregosos. Se desarrolla en el ecotono entre el bosque de *Quercus* spp. y matorral xerófilo, asociado con *Agave convallis*, *A. nuusaviorum*, *A. potatorum*, *Arctostaphylos pungens*, *Dasyilirion serratifolium*, *Furcraea longaevea*, *Hechtia glomerata*, *Juniperus flaccida*, *Mimosa lacerata*, *Opuntia* sp., *Pittocaulon praecox*, *Quercus castanea*, *Quercus. laeta* y *Yucca mixtecana*. Es una planta perenne, arborescente de 8 a 13 m. de altura, 40 a 50 cm. de diámetro. Hojas 100 por roseta, de 60 a 85 cm. de largo, 1.4 a 2.5 cm. de ancho lineares, cartáceas, glaucas, ápice atenuado, margen denticulado, haz y envés con superficie estriada. Inflorescencia panícula erecta, de 1.2 a 2.5 m. de largo, brácteas basales de 35 a 40 cm. de largo, 3 a 6 cm. de ancho, brácteas lanceoladas, papiráceas, adpresas. Flores unisexuales, con 6 tépalos, dispuestos en 2 series de 3, de 3 a 4 mm. de largo y de 1.8 a 2 mm. de ancho, libres, elípticos o abovados; presenta 6 estambres libres, ovario supero astilar, trilobado. Fruto una cápsula trisectada, redonda y con el pericarpio delgado, 7 a 8.5 mm. de largo, 7 a 9 mm. de diámetro, los lóculos con una o dos semillas. Semillas 3.5 a 4.2 mm. de largo, 3 a 3.8 mm. de ancho, subglobosas, muriculadas, pardas oscuras. Florece de febrero a abril,

fructifica de abril a julio, se le conoce con el nombre de sotol. *Nolina excelsa* se ubica en la sección *Arborescentes* propuesta por Trelease (1911), por su morfología se relaciona con *Nolina parviflora* (Kunth) Hemsl.

Welsh *et al.* (1975) describieron especies de plantas vasculares en peligro, amenazadas, extintas, endémicas, extrañas del Estado de Utah en Estados Unidos, señalan que *Nolina microcarpa* forma parte de la familia Liliaceae, es una especie que se distribuye en los Estados de Washington, Utah y oeste de Texas, hasta el norte de México. *Nolina microcarpa* por su morfología se relaciona con *Nolina Parryi* y *Nolina bigelovii*.

Donati (2011) hace una descripción taxonómica y botánica de una nueva especie del género *Nolina* del grupo *Arborescente*, que habita en el Estado de Oaxaca. *Nolina azureogradiata* D. Donati son plantas perennes arborescentes de hasta 4 m. de altura, 15 a 20 cm. de diámetro. Hojas ligeramente flexibles, glaucas, 1.3 m. de largo, 4 cm. de ancho. Las punta secas de las hojas miden hasta 8 cm. de largo. Inflorescencia paniculada, cónica, ramificada, de 3 m. de largo; ramas de la inflorescencia de 30 a 60 cm. de largo. Flores blancas y perfumadas, miden de 0.4 a 0.8 cm. de diámetro. Habita en la Sierra Madre del Sur de Oaxaca, en un rango altitudinal que varía de los 1,800 a 2,400 msnm., forma parte de la vegetación de los bosques húmedos.

Benson y Darrow (1954) señalaron que el género *Nolina* pertenece a la familia Liliaceae, además realizaron una breve descripción del género *Nolina* y mencionan que son plantas que se asemejan al género *Yucca*. Reportan 4 especies para las zonas áridas del sureste de los EE.UU., las cuáles son: *Nolina bigelovii*, *Nolina bigelovii* var. *Parryi*, *Nolina bigelovii* var. *Wolfii* y *Nolina microcarpa*.

Kearney y Peebles (1960) en su obra Flora de Arizona, reportan 4 especies del género *Nolina* para las zonas áridas del sureste de los EE.UU. y 3 especies para el norte de México (Sonora y Chihuahua), las especies son: *Nolina texana*, *Nolina bigelovii*, *Nolina Microcarpa* y *Nolina parryi*; las tres primeras para el norte de México.

Rojas (1965) en su estudio de vegetación del Estado de Nuevo León reporta a *Nolina cespitifera*, asociada al tipo de vegetación matorral esclerófilo sub-perennifolio con *Quercus-Cercocarpus-Cowania*, llamado Western Montane Chaparral, Encinar Arbustivo y Chaparral. Se distribuye en las partes altas, en altitudes que varían de 2,000 a 2,400 msnm.

Reyes (2002) y García *et. al.* (2009) en sus investigaciones, hacen una breve descripción taxonómica y botánica de la palma cortante o sotolín (*Nolina parviflora*), es una especie endémica de México, se encuentra en los Estados del Distrito Federal, Chihuahua, Durango, Hidalgo, Jalisco, Nayarit, México, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Veracruz y Zacatecas. Se desarrolla en bosques de *Quercus*, *Pinus-Quercus* y bosque tropical caducifolio, sobre laderas de montañas y barrancas, en suelos rocosos y arenosos. En un rango altitudinal que varía desde los 1,800 a los 2,700 msnm. Fenología: florece de febrero a mayo, fructifica de abril a noviembre. Son plantas monocotiledóneas, rosetófilas arborescentes, mide de 4 a 5 m. de altura, 10 a 20 cm. de diámetro, hojas de 150 a 200 por roseta, persistentes, lanceoladas; láminas de 1 a 1.5 m. de largo por 0.8 a 2.0 cm. de ancho; margen denticulado, verde-amarillentas, haz y envés lisos. La inflorescencia es una panícula racimosa compuesta, mide de 1.5 a 3 m. de largo. Las flores son unisexuales; tépalos libres aproximadamente de 2.5 a 4 mm. de largo por 1.5 a 2.5 mm. de ancho. El fruto es una cápsula subglobosa y seca, con tres lóbulos bien formados entre carpelos. La semilla mide 3 a 4 mm. de longitud, tiene forma elipsoide (Velázquez, 1980).

De acuerdo con Hess (2002), el género *Nolina* Michx. pertenece a la familia Agavaceae es una familia que en el mundo se distribuye en regiones principalmente áridas, tropicales, subtropicales y semitropicales, hace una breve descripción taxonómica y botánica del género *Nolina* Michx. y describe 14 especies para Norteamérica:

Nolina arenicola: es una especie que se desarrolla en dunas o suelos arenosos, en los matorrales abiertos a una altitud de los 1,200 msnm., es una especie de gran interés para la conservación, por ser endémica de la región de Trans-Pecos Texas. Se encuentra listada como especie amenazada y en peligro de extinción por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de EE.UU. Plantas casi sin tallo, cespitosas, en forma de rosetas; hojas de 100 a 200 cm. de largo, 10.5 mm. de ancho, no glaucas, márgenes raramente serrulados. La inflorescencia es una panícula, brácteas persistentes de 45 cm. de largo. Flores: tépalos de 2 a 2.8 mm. de largo; estambres infértiles: filamentos de 1 mm. de largo, anteras de 0.4 mm. de largo. Fruto una cápsula inflada, redonda, 2.5 a 3.3 mm. de largo, 5 a 6.2 mm. de ancho. Semillas de 3 a 4.3 mm. de diámetro. La época de floración es a finales de primavera.

Nolina atopocarpa: es una planta que florece en verano, se localiza en bosque de pinos sobre suelos francos arenosos, es una especie tolerante al fuego y, posiblemente dependiente del fuego. Se encuentra principalmente en el este del Estado de Florida, son plantas que se consideran especies extremadamente raras y se enumeran en peligro de extinción para el Estado de Florida. Plantas casi sin tallo, cespitosas, en forma de rosetas. Hojas rígidas, aplanadas, 45 a 85 cm. de largo, 1.5 a 4.5 cm. de ancho, no glaucas, márgenes serrulados. La inflorescencia es un racimo, 65 a 90 cm. de largo; brácteas caducas, 1.5 a 3.5 mm. de largo. Flores: tépalos 1.5 a 2.5 mm. de largo, estambres fértiles, anteras de 1 mm. de largo. Fruto una cápsula, 4 a 4.5 mm. de largo, 3.5 a 5.5 mm. de ancho, redondos, inflados. Semillas redondas 3 a 4.1 mm. de largo, 2.4 a 3.2 mm. de ancho.

Nolina bigelovii: florece a mediados de primavera, se desarrolla en laderas rocosas y suelos de los desiertos del sur de Mojave y Sonora, en un rango altitudinal de los 300 a 1,500 msnm. en los Estados de Arizona, California y Nevada: EE.UU., Baja California y Sonora: México. Plantas caulescentes, en forma de rosetas, formando pequeñas colonias. Hojas de 34 a 160 por roseta, rígidas, lanceoladas, firmes, glaucas, 50 a 150 cm. de largo, 12 a 48 mm. de ancho, márgenes enteros. Inflorescencia una panícula compuesta, 70 a 130 cm.

de largo; brácteas caducas de 3.5 a 16 cm. de longitud. Flores: tépalos de color blanco de 2 a 4 mm. de largo, estambres fértiles de 2 a 3 mm. de largo, anteras de 1 mm. de largo, filamentos de 0.9 a 1.4 mm. de longitud. El fruto es una cápsula de paredes delgadas, de 8 a 12 mm. de largo, 12.8 mm. de ancho. Semillas de color grisáceo, ovoides a oblongas, de 2.5 a 3.5 mm. de ancho.

Nolina brittoniana: es una especie que florece en primavera, se ubica en suelos arenosos; en matorrales y bosque de pinos. Es una especie de gran interés para la conservación, al ser considerada como especie rara y en peligro de extinción por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre y La Ley Federal de Especies en Peligro de los EE.UU, es una planta tolerante y probablemente dependiente al fuego, se distribuye en el centro de Florida. Plantas casi sin tallos, cespitosas. Hojas laxas, aplanadas, no glaucas, 70 a 100 cm. de largo, 5 a 11 mm. de ancho, márgenes serrulados. La inflorescencia es una panícula, 50 a 105 cm. de largo, 7 a 15 mm. de ancho, brácteas caducas, blancas, de 1.2 a 4 cm. de largo. Flores: tépalos de 1.7 a 2.5 mm. de largo; estambres fértiles: anteras 0.7 a 1.2 mm. de largo. El fruto es una cápsula simétrica con alas, 7.2 a 9 mm. de largo, 8 a 12 mm. de ancho. Semillas redondas, 3.4 a 4.8 mm. de largo, 2.6 a 3.3 mm. de ancho.

Nolina cismontana: es una planta que florece a mediados de primavera, conocida como hierba de osos o chaparral, se distribuye en laderas rocosas de piedras de lutita y areniscas, en las montañas del sur de California a una elevación de los 230 a 1,775 msnm. Es una especie de gran interés para la conservación, al ser considerada como especie rara y en peligro de extinción por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre y La Ley Federal de Especies en Peligro de los EE.UU. Plantas arbustivas 0.5 a 1.5 m. de altura, con 30 a 90 hojas por roseta, rosetas de 0.7 a 1.6 m. de diámetro. Hojas verdes, 0.5 a 1.4 m. de longitud y 1.2 a 3 cm. de ancho en la madurez; bases de las hojas color blancas, deltoides-romboidal, 4 a 11.5 cm de largo, 3 a 8.5 cm. de ancho; márgenes de la hojas serrulados.

Inflorescencia panícula, 1.3 a 3.1 m. de altura, 10 a 40 cm. de ancho; pedúnculo de 1.4 a 3.5 cm. de diámetro en la base; brácteas de 10 a 40 cm. de largo, 1.5 a 5 cm. de ancho, visibles, persistentes. Flores estaminadas

ampliamente campanuladas, tépalos de color blanco, obovados, 3.5 mm. de largo, 1.5 a 2.5 mm. de ancho; estambres 2 a 4 mm. de largo; perianto 0.5 a 1.5 mm de altura y 1 a 1.5 mm. de diámetro; ovario de 3 mm. de altura y 2 a 3 mm. de diámetro. Fruto una cápsula papirácea, tri-lobulada, 8 a 12 mm. de largo, 9 a 12 mm. de diámetro. Semillas ovoides a oblongas, 4.5 mm. de largo, 3 a 4 mm. de diámetro, de color marrón rojizo.

Nolina erumpens: florece a finales de primavera, se desarrolla en laderas rocosas de piedra caliza o ígnea en pastizales arbustivos, se ubica entre los 900 a 2,300 msnm., en Texas y Nuevo México, EE.UU. Plantas caulescentes, cespitosas o arborescentes. Hojas rígidas, convexas, 80 a 170 cm. de largo, 9 a 18 mm. de ancho, no glaucas, márgenes serrulados. Inflorescencia paniculada, 40 a 90 cm. de largo, 7 a 18 cm. de ancho; brácteas caducas. Flores: tépalos de 1.6 a 2.2 mm. de largo. Fruto cápsula de paredes delgadas, infladas, 2.6 a 4.4 mm. de largo, 3.5 a 5.7 mm. de ancho. Semillas redondas, 1.5 a 2.5 mm. de largo, 1 a 1.5 mm. de ancho.

Nolina georgina: época de floración en primavera, prospera en suelos arenosos en bosque de pinos y encino, entre los 0 a 100 msnm., se localiza en el Estado de Georgia. Es una especie tolerante y dependiente del fuego. Plantas casi sin tallo, cespitosas. Hojas flexibles, aplanadas, glaucas, 50 a 130 cm. de largo, 3 a 8 mm. de ancho; márgenes serrulados. Inflorescencia paniculada, 90 a 130 cm. de largo, 10 a 25 cm. de ancho, brácteas blancas, caducas, glaucas, 4 a 10 mm. de largo. Flores: tépalos de color verde-amarillo, 1.9 a 2.4 mm. de largo; estambres fértiles: filamentos 1.4 a 1.9 mm. de largo, anteras 0.7 a 1 mm. de largo. Fruto cápsula simétrica, con alas, obovadas, 6.5 a 8 mm. de largo, 5 a 7 mm. de ancho. Semillas redondas, 3.2 a 4.7 mm. de largo, 2 a 3 mm. de ancho.

Nolina greenei: época de floración a mediados o finales de la primavera, se desarrolla en laderas de piedra caliza, flujos volcánicos; en diferentes tipos vegetación como: bosque de pino-encino, bosques piñoneros, pastizales abiertos y bosque de *Juniperus* spp. Se encuentra entre los 1,200 a 1,900 msnm., en los Estados de Colorado, Nuevo México, Oklahoma. Plantas casi sin tallo, cespitosas.

Hojas rígidas o frágiles, convexas, 45 a 110 cm. de largo, 4 a 8 mm. de ancho, no glaucas, márgenes serrulados. Inflorescencia paniculada, 30 a 65 cm. de largo, 8 a 20 cm. de ancho, brácteas persistentes. Flores: tépalos blancos, a veces de color púrpura, 2.2 a 3 mm. de largo, pedicelo erecto. Fruto una cápsula de paredes delgadas, infladas, 2.1 a 3.6 mm. de largo, 3.8 a 5.2 mm. de ancho. Semillas de color bronce, 3 a 3.9 mm. de diámetro.

Nolina interrata: es una planta que florece de primavera a verano, crece en laderas rocosas, forma parte de la flora de los chaparrales en California, EE.UU y Baja California; México. Se localiza entre los 200 a 700 msnm. de altitud. *Nolina interrata* es una especie en peligro de extinción según el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de EE.UU., su hábitat se encuentra amenazado por el desarrollo del hombre. Plantas acaulescentes; hojas glaucas, de 30 a 150 cm. de largo, 12 a 15 mm. de ancho, base de la hoja 15 a 70 mm. de ancho, márgenes serrulados. Inflorescencia panícula compuesta, 50 a 110 cm. de largo, 10 a 50 cm. de diámetro, brácteas persistentes 2 a 15 mm. de largo. Flores: tépalos 2 a 3.5 mm. de largo; estambres fértiles: anteras 1.1 a 1.7 mm. de largo, pedicelo erecto. Fruto una cápsula de pared delgada, 7 a 12 mm. de largo, 9 a 15 mm. de ancho. Semillas de 4 a 6 mm. de largo, 3 a 4 mm. de ancho.

Nolina lindheimeriana: florece en primavera, crece en colinas de piedra caliza dentro de bosques abiertos, en un rango altitudinal de 400 a 600 msnm., en el Estado de Texas. El hábitat de *Nolina lindheimeriana* se encuentra fragmentado a causa del desarrollo poblacional y del pastoreo excesivo. Plantas acaulescentes, las hojas aplanadas, no glaucas, 30 a 100 cm. de largo, 3.5 a 12 mm. de ancho, márgenes serrulados. Inflorescencia una panícula, 30 a 100 cm. de largo, 10 a 35 cm. de ancho, brácteas caducas. Flores: tépalos de color amarillo-verde, 1.8 a 2.5 mm. de largo, márgenes hialinos; estambres fértiles: filamentos 1.2 a 1.5 mm. de largo, anteras 0.7 a 1 mm. de largo. Fruto una cápsula con alas, ligeramente inflado, 6 a 10 mm. de largo, 6 a 11 mm. de ancho. Semillas redondas, 3.1 a 4.2 mm. de largo y 2.4 a 3.3 mm. de ancho.

Nolina micrantha: florece a finales de la primavera y principios de verano, crece en pendientes rocosas de piedra caliza o suelos arenosos, forma parte de la vegetación de los pastizales, se encuentra en un rango altitudinal de 1,100 a 1,400 msnm., en los Estados de Nuevo México y Texas. Plantas casi sin tallos, cespitosas. Hojas rígidas, convexas, no glaucas, márgenes enteros raramente serrulados, 80 a 120 cm. de largo, 4 a 6 mm. de ancho; tallos de 5 a 20 cm. de diámetro. La inflorescencia es una panícula de color púrpura, pedúnculo 35 a 75 cm. de largo, 10 a 20 cm. de ancho; brácteas la mayoría persistentes, márgenes hialinos. Flores: tépalos 1.9 a 3.2 mm. de largo; estambres fértiles: filamentos 0.9 a 1.3 mm. de largo, anteras 0.7 a 0.9 mm. de largo. Fruto una cápsula inflada, 3 a 4 mm. de largo, 4.3 a 5.5 mm. de ancho. Semillas redondas, 3 a 4 mm. de diámetro.

Nolina microcarpa: floración a finales de la primavera, se desarrolla en laderas rocosas, dentro de los bosques piñoneros y bosque de *Juniperus*; entre los 900 a 1,900 msnm., en los Estados de Arizona y Nuevo México, EE.UU. Plantas casi sin tallos, cespitosas. Hojas no glaucas, convexas, 80 a 130 cm. de largo, 5 a 12 mm. de ancho; márgenes serrulados. La inflorescencia es una panícula, 40 a 120 cm. de largo, 10 a 30 cm. de ancho; brácteas caducas. Flores: tépalos blancos, 1.5 a 3.3 mm. de largo; estambres fértiles: filamentos de 1.6 a 1.9 mm. de largo, anteras 1.2 a 1.4 mm. de largo. Fruto es una cápsula, de paredes delgadas, infladas, 4.2 a 6 mm. de largo, 5.4 a 6.4 mm. de ancho. Semillas de 2.2 a 3.4 mm. de largo, 1.5 a 3 mm. de ancho.

Nolina parryi: crece en pendientes rocosas de piedras de granito y granodiorita, bosques piñoneros y bosque de *Juniperus*, en un rango altitudinal de los 900 a 2,100 msnm., en el Estado de California. Plantas caulescentes, forman pequeñas colonias. Tallos de 5 a 21 cm. Hojas de 65 a 220 por roseta, 50 a 140 cm. de largo, 20 a 40 cm. de ancho; bases de la hoja amplias, 5 a 16.5 cm. de ancho, márgenes serrulados. Inflorescencia panícula compuesta, 9 a 18 cm. de ancho, 20 a 130 cm. de largo, brácteas persistentes, 15 a 36 cm. de largo. Flores: tépalos 2.5 a 5 mm. de largo; estambres fértiles: filamentos de 3 a 4 mm. de largo,

anteras 1.3 a 1.8 mm. de largo. Fruto una cápsula de pared delgada, 9 a 13 mm. de largo, 8 a 11 mm. de ancho. Semillas de color marrón-rojizo, ovoide a oblongas, 3 a 4 mm. de largo, 2 a 3 mm. de ancho.

Nolina texana: se localiza en EE.UU., en los Estados de Nuevo México y Texas, a una elevación de los 200 a 2000 msnm., crece en laderas rocosas de piedra caliza y granito, en pastizales y matorrales. La época de floración es a finales de invierno y principios de primavera. Plantas casi sin tallo y cespitosas, hojas convexas hacia la base, 40 a 90 cm. de largo, 2 a 7 mm. de ancho, no glaucas, márgenes enteros, rara vez serrulados. Inflorescencia paniculada, 25 a 70 cm. de largo, 5 a 17 cm. de ancho; brácteas persistentes de 10 a 40 cm. de largo. Flores: tépalos de color verde-amarillo, 2.5 a 3.5 mm. de largo; estambres fértiles: filamentos 0.9 a 1.4 mm. de largo, anteras 0.8 a 1 mm. de largo. Fruto una cápsula inflada 3 a 4 mm. de largo, 4.5 a 8 mm. de ancho. Semillas redondas, 2.6 a 3.4 mm. de diámetro.

Burrows y Tyrll (2013) en su obra *Plantas Toxicas de Norteamérica*, señalan que *Nolina* es un género del suroeste de Estados Unidos y Norte de México, de las 14 especies que se distribuyen en el Norte de América, 4 especies tienen interés toxicológico; *Nolina microcarpa*, *Nolina texana*, *Nolina bigelovii* y *Nolina cespitifera*. El género *Nolina* Michx. se considera forraje útil para el ganado, principalmente en épocas de sequía.

Hess y Dice (1995), realizaron una descripción taxonómica y botánica de cuatro especies del género *Nolina* para el Estado de California; *Nolina bigelovii*, *Nolina intirrata*, *Nolina parryi* y *Nolina cismontana*.

Según Standley (1920) en su obra *Árboles y Arbustos de México*, señala 17 especies del género *Nolina* Michx. para México, refiriéndose a *Nolina cespitifera* Trel. como nativa del Estado de Coahuila, *Nolina bigelovii* (Sonora, Baja California, Arizona y California), *Nolina nelsoni* (Tamaulipas), *Nolina beldingi* (Baja California), *Nolina parviflora* (Veracruz, Puebla, México), *Nolina longifolia* (Oaxaca y Puebla), *Nolina pumila* (Tepic, Nayarit), *Nolina juncea* (Zacatecas), *Nolina humilis* (San Luis Potosí), *Nolina watsoni* (San Luis Potosí), *Nolina rigida* (Sonora y Chihuahua),

Nolina durangensis (Chihuahua y Durango), *Nolina microcarpa* (Chihuahua, Sonora; Arizona y Nuevo México) *Nolina elegans* (Zacatecas), *Nolina palmeri* (Baja California), *Nolina erumpens* (Chihuahua; occidente de Texas) *Nolina cespitifera* (Coahuila) *Nolina affinis* (Chihuahua, Sonora y Arizona).

Trelease (1911) y Hochstätter (2010) clasificaron el género *Nolina* en cuatro secciones (*Graminifoliae* = *Nolina*, *Erumpentens*, *Microcarpae* y *Arborescentes*) de acuerdo al crecimiento, características de la hoja y el fruto; para México y EE.UU, considero 26 especie las cuales están clasificadas de la siguiente forma (Cuadro 1):

***Nolina*:** son plantas que crecen sin tallos, las hojas son planas, pinnadas, delgadas, duras, fibrosas y cubiertas por hierbas. Por lo general son raras las especies que tienen más de 5 mm. de ancho en las hojas, no tiene forma de cepillo en el ápice de la hoja.

***Erumpentens*:** son plantas con hojas verdes, cóncavas, bastante gruesas, lineares, hasta 12 mm. de ancho. El ápice de las hojas es fibroso. Los frutos no están inflados.

***Microcarpae*:** es muy semejante a la sección *Erumpentes* a diferencia de que los frutos de esta sección de especies son moderadamente grandes y algo inflados.

***Arborescentes*:** son plantas arborescentes. Hojas relativamente delgadas de aproximadamente 15 a 20 mm. de ancho en forma de cepillo en el ápice. Los frutos son grandes e inflados.

Cuadro 1. Especies del género *Nolina* Michx. y su distribución en Norteamérica (Trelease, 1911; Hess, 2002; Hochstätter, 2010).

Genero <i>Nolina</i>			
Especies	Origen	Status	Ley
Grupo <i>Nolina</i>			
<i>Nolina atopocarpa</i> Bartlett.	Endémica; Florida, EE.UU.	Especie rara y en peligro de extinción	Lista de Estado de Florida.
<i>Nolina brittoniana</i> Nash.	Endémica; Florida, EE.UU.	Especie rara y en peligro de extinción	Lista de Estado de Florida y El FWS.
<i>Nolina georgiana</i> Michx.	Endémica; Georgia y Carolina del Sur, EE.UU.	Especie rara y vulnerable	
<i>Nolina humilis</i> S. Watson.	Endémica; San Luis Potosí, México.	Especie rara	
<i>Nolina lindheimeriana</i> (Scheele) S. Watson.	Nativa; Texas, EE.UU y Zacatecas, México.	Especie amenazada	
<i>Nolina pumila</i> Rose.	Nativa; Coahuila, Nayarit, Zacatecas, México.		
Grupo <i>Erumpens</i>			
<i>Nolina arenicola</i> Correll.	Endémica; Texas, EE.UU.	Especie rara	
<i>Nolina cespitifera</i> Trel.	Nativa; Coahuila, Nuevo León y Zacatecas, México.	Especie rara	
<i>Nolina erumpens</i> (Torr.) S. Watson.	Nativa; Texas, EE.UU. y Chihuahua, México.		
<i>Nolina greenei</i> S. Watsonl.	Nativa; Nuevo México y Colorado, EE.UU.	Especie rara	
<i>Nolina micrantha</i> I. M. Johnst.	Nativa; Coahuila y Chihuahua, México y Texas, EE.UU.		
<i>Nolina palmeri</i> S. Watson.	Endémica; Baja California, México.		
<i>Nolina pollyjeanneae</i> Hochstätter.	Endémica; Oklahoma, EE.UU.		
<i>Nolina texana</i> S. Watson.	Endémica; Texas y Nuevo México, EE.UU.		

FWS=Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los EE.UU. y Norma Oficial Mexicana-059-SEMARNAT.

Cuadro 1. Continuación.

Genero <i>Nolina</i>			
Especies	Origen	Status	Ley
Grupo Microcarpae			
<i>Nolina durangensis</i> Trel.	Nativa; Durango y Chihuahua, México.	Especie rara	
<i>Nolina elegans</i> Rose.	Nativa; Chihuahua, Durango y Zacatecas, México.		
<i>Nolina microcarpa</i> S. Watson.	Nativa; Arizona, Texas, Nuevo México, EE.UU. y Chihuahua y Sonora, México.		
Grupo Arborescentes			
<i>Nolina azureogladiata</i> D. Donati.	Endémica; Oaxaca, México.		
<i>Nolina beldingii</i> Brandegees.	Endémica; Baja California, México.		
<i>Nolina bigelovii</i> (Torr.) S. Watson.	Nativa; Arizona, California, Nevada, EE.UU. y Baja California, Sonora, México.		
<i>Nolina cismontana</i> Dice.	Endémica; California, EE.UU.	Sujeta a protección especial	NOM-059 SEMARNAT
<i>Nolina hibernica</i> Hochstätter & D. Donati.	Endémica; Tamaulipas, México.		
<i>Nolina interrata</i> Gentry.	Nativa; California, EE.UU. y Baja California, México.	Sujeta a protección especial	NOM-059-SEMARNAT
<i>Nolina longifolia</i> Hemsley .	Nativa; Oaxaca y Puebla, México.		
<i>Nolina matapensis</i> Wiggins.	Endémica; Sonora y Chihuahua, México.	Especie rara	
<i>Nolina nelsonii</i> Rose.	Endémica; Tamaulipas, México.		
<i>Nolina parryi</i> S. Watson.	Endémica; California y Arizona, EE.UU.		
<i>Nolina parviflora</i> (Kunth) Hemsley.	Nativa; Querétaro, Veracruz y Zacatecas, México.		

FWS=Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los EE.UU. y Norma Oficial Mexicana-059-SEMARNAT.

V. DESCRIPCION Y AUTOECOLOGIA DE *NOLINA CESPITIFERA* TREL.

Nombre común. Cortadillo, palmilla, zacate de armazón, zacate cortador y zacate de aparejo en México; hierba de oso, en los EE.UU. (Standley, 1920; Sánchez 1981; Walker, 2001; FJpower, 2014).

Longevidad. Planta arbustiva perenne.

Origen. Nativa del noreste de México.

5.1 Clasificación taxonómica

De acuerdo con Espejo y López (1996) y Bogler (1998), el cortadillo se clasifica de la siguiente forma (Figura 2):

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliópsida

Superorden: Lilianae

Orden: Asparagales

Familia: Nolinaceae

Género: *Nolina*

Especie: *cespitifera*



Figura 2. *Nolina cespitifera* Trel., lugar Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 15 abril de 2014).

5.2 Descripción botánica

5.2.1 Tallo

Planta arbustiva, cespitosa, monocotiledónea, perenne acaulescente, sin tallo de 1.20 m. de altura, crece en grupos aislados (Trelease 1911; Standley, 1920). (Figura 3 y 4).



Figura 3. *Nolina cespitifera* Trel., lugar Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 15 abril de 2014).



Figura 4. Planta juvenil de *Nolina cespitifera* Trel., lugar Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 15 abril de 2014).

5.2.2 Hoja

Hojas lineares flexibles de 1.0 a 1.40 m. de largo, de 6 a 10 mm. de ancho y aglomeradas hacia el extremo de las ramas o troncos, márgenes aserradas en su parte lateral (de ahí el nombre común de “cortadillo”). El color de sus hojas es de verde pálido a verde amarillento (Trelease 1911; Standley, 1920; Martínez y Castillo, 2007). (Figura 5).



Figura 5. Hojas de *Nolina cespitifera* Trel., lugar Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 15 abril de 2014).

5.2.3 Inflorescencia

La inflorescencia es rígida en forma de panícula racimosa, terminal, mide aproximadamente de 60 a 90 cm. de longitud, las ramificaciones son de color verde a café oscuro, de tamaño igual o un poco menor al tamaño de sus hojas, la base de las ramas principales con brácteas foliáceas o escariosas, largamente atenuadas, pedicelos articulados y con bractéolas escariosas en su base (Trelease, 1911; Bogler, 1998; García y Celestino, 1999). (Figura 6).



Figura 6. Inflorescencia. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Ing. José Antonio Ramírez Díaz, 10 de junio de 2015).

5.2.4 Flor

Flores unisexuales algunas veces polígamodioicas, campanuladas, segmentos del perianto uni-nervados, persistentes; estambres 6, en las flores fértiles por lo general se presentan estaminodios, filamentos filiformes, anteras oblongas u ovoides, dorsifijas. Las flores son pequeñas, blancas y están dispuestas en panículas amplias con sépalos ovales y redondeados de 2.5-2.3 cm. de largo; ovario trilobular trilobado, con 2 óvulos por lóbulo, estigma sésil o con un estilo corto (Standley, 1920; Bogler, 1998; García y Celestino, 1999). (Figura 7)



Figura 7. Flor. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Ing. José Antonio Ramírez Díaz, 10 de junio de 2015).

5.2.5 Fruto

El fruto es una cápsula sub-globosa y seca, con tres lóculos bien formados entre carpelos, aproximadamente mide 5 mm. de diámetro. La cápsula tiene una dehiscencia loculicidal o parietal que consiste en una apertura a lo largo de la costilla externa de cada lóculo. Los frutos con la semilla en su interior presentan un síndrome de dispersión anemócora. Los carpelos inflados le dan al fruto un carácter intermedio entre semilla con alas y frutos globosos, lo que permite la dispersión por el viento. Sin embargo, la semilla puede caer al suelo por el efecto de gravedad, cuando el fruto presenta dehiscencia pre-dispersión (Trelease, 1911; Velázquez, 1980).

5.2.6 Semilla

Las semillas miden de 3 a 4 mm. de diámetro, globosas u ovoides, cafés o negruzcas y están cubiertas por una testa papirácea algo rígida y probablemente impermeable. El embrión tiene una forma cilíndrica de 2 mm. de largo por 0.4 mm de ancho. Después de la germinación comienza a alargarse en un haustorio junto con una vaina cotiledonárea. La elongación llega hasta unos 10 mm. de longitud y es en forma de arco; el codo del arco, cerca del ápice emerge la primera hoja. En ocasiones el arco de haustorio se endereza y provoca que la semilla se eleve al suelo. El crecimiento inicial es a expensas del protoplasma granular, de aceites y reservas de celulosa del endospermo (Trelease, 1911; Castillo y Sáenz, 1993).

La semilla es la unidad reproductiva que se desarrolla a partir de un ovulo fecundado, la cual al entrar a un estado de madurez está compuesta de la siguiente manera (William, 1991):

Cubierta seminal; la cual se forma a partir de uno de los dos tegumentos que rodean al ovulo; consiste en dos revestimientos, uno capa externa, firme, que es la testa y otra interna, por lo general membranosa y delgada, que es el tegmen. La función de la cubierta es proteger al resto de la semilla de daños por la desecación, hongos, bacterias e insectos, principalmente.

Perispermo, tejido diploide procedente de la núcela que se presenta en diversas cantidades en las semillas de algunas especies, en el caso de las angiospermas desaparece pronto; suministra reservas nutritivas al embrión.

Endospermo, tejido triploide que resulta de la unión de uno de los núcleos espermáticos con los núcleos polares, mismo que se presenta en diversas cantidades, tejido que actúa como reserva nutricia para el embrión en desarrollo.

Embrión, se origina a partir de la fertilización de la oosfera por uno de los núcleos espermáticos, se encuentra en la parte central de la semilla. En los embriones de algunas especies se puede distinguir las partes de una planta rudimentaria: la radícula que dará lugar a la raíz primaria; los cotiledones que serán las hojas de la semilla; la plúmula de la cual surgirá el tallo primario y el hipocótilo que conecta los cotiledones con la radícula.

La principal característica fisiológica de esta semilla (Figura 8) es que es ortodoxa y estas a su vez poseen una gran tolerancia a la pérdida de humedad. La fase final de maduración está acompañada por una deshidratación celular, la cual se inicia con la pérdida de humedad, del suministro vascular de la planta madre a la semilla, como resultado de la separación de funículos entre 40 a 50 días después de la polinización.

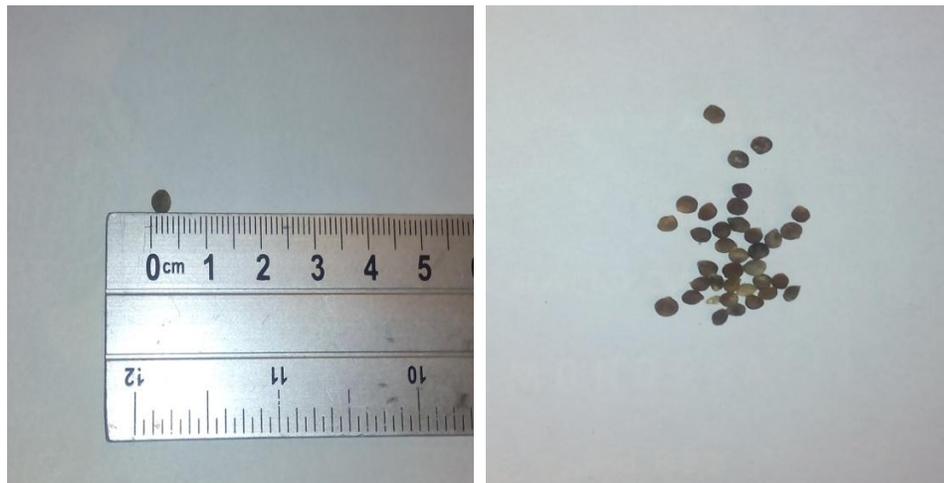


Figura 8. Semillas de *Nolina cespitifera* Trel. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 10 de diciembre de 2015)

5.3 Floración y fructificación

La época de floración para la región sur de Coahuila, se presenta en los meses de abril a junio y su época de fructificación comprende desde junio y se extiende hasta el mes de septiembre (Castillo y Sáenz, 1993; SEMARNAT, 2004).

5.4 Polinización

La polinización es cruzada, es un proceso mediante el cual se trasporta el polen localizado en las anteras de las flores estaminadas, hacia el estigma del carpelo de la flores pistiladas. En este caso, el traslado del polen se lleva a cabo por agentes como pequeñas abejas de las familias Andrenidae, Anthophoridae, Colletidae, Halictidae, Megachilidae, y Apidae, también son visitados por una gran variedad de escarabajos, mariposas, moscas y avispas, a este tipo de polinización se le denomina zoofilia (Bogler, 1994). Los insectos son atraídos por el néctar producido por las flores estaminadas y flores pistiladas.

5.5 Distribución de *Nolina cespitifera* Trel.

El cortadillo una especie nativa de México, que se distribuye en el noreste del País, en las zonas áridas y semiáridas a lo largo del sur de Coahuila, sur de Nuevo León y norte de Zacatecas (Standley, 1920; Castillo y Sáenz, 1993; Amador *et al.*, 2012). En el Estado de Coahuila ha sido citado por varios autores en los municipios de Cuatro Ciénegas (Pinkava y Villarreal, 1997, 2003), Ramos Arizpe, Ocampo (Villarreal, 1994, 2001), Arteaga (Villarreal, 2001; CONABIO, 2002) y en la parte sur del Estado, en los municipios de Saltillo, Parras De la Fuente, General Cepeda y San Pedro (Arredondo, 1981; Castillo y Sáenz, 1993; Martínez y Lara, 2003; Villarreal, 2001). Para el Estado de Nuevo León Villarreal y Estrada (2008), reportan a *Nolina cespitifera* Trel., en los municipios de Galeana, Zaragoza, Aramberri y Dr. Arroyo.

En el Estado de Zacatecas se distribuye en la región norte en los municipios de El Salvador, Concepción del Oro, Mazapil y Melchor Ocampo (CONANP, 2014; Castillo *et al.* 2015). (Figura 9).



Figura 9. Distribución de *Nolina cespitifera* Trel. (Castillo *et al.*, 2015).

5.6 Asociación vegetal

Nolina cespitifera Trel., es un elemento endémico de la flora de los matorrales xerófilos, izotales y de los pastizales en México (Rzedowski, 1978; SEMARNAT, 2003). La especie se asocia con diferentes tipos de vegetación principalmente: el matorral desértico rosetófilo (Rzedowski, 2006), Izotal (Miranda y Hernández, 1963), pastizal (CONANP, 2014; Estrada *et al.*, 2010), bosque de pino (Rzedowski, 2006), bosques de encinos (Pinkava y Villarreal, 1997; Rzedowski, 2006; Encina *et al.*, 2009) y chaparral (Villarreal, 1994; Pinkava y Villarreal, 1997; Rzedowski, 2006). (Figura 10).



Figura 10. *Nolina cespitifera* Trel. aspecto general, ubicada en el ejido El Cercado, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 6 de enero 2016).

El matorral desértico rosetófilo es la comunidad vegetal más importante, dado que este tipo de vegetación ocupa grandes extensiones en el sur del Estado de Coahuila y es donde se presenta la mayor densidad y producción de cortadillo, 900 plantas/ha y 905 kg/ha, en promedio aproximadamente. Además, es el tipo de vegetación donde se concentran las principales áreas de aprovechamiento y transformación de la hoja de cortadillo, ubicadas en el sur de Saltillo, General Cepeda y Parras De La Fuente (Rojas, 1965; Rzedowski, 1978; Castillo y Sáenz, 1993; Villarreal, 2001).

En el matorral desértico rosetófilo el cortadillo prospera en pequeños lomeríos y laderas de cerro con pendientes que oscilan de 4 a 20% y con un rango altitudinal de 1,460 a 2,600 msnm., este tipo de vegetación presenta en su composición florística dos estratos un arbustivo y el otro herbáceo; el cortadillo forma parte del estrato arbustivo asociado comúnmente con especies como: *Dasyvirion cedrosanum*, *Yucca carnerosana*, *Lindleya mespiloides*, *Quercus cordifolia*, *Acacia glandulifera* y en el estrato herbáceo está compuesto por: *Chrisactinia mexicana*, *Bouteloua hirsuta*, *Aristida adscensionis*, *Bouteloua curtispindula*, *Thymophylla setifolia*, *Erioneuron avenaceum*, entre otras especies arbustivas y gramíneas (Rojas, 1965; Sánchez, 1981; Sáenz y Castillo, 1992; Granados *et al.* , 2011). (Figura 11).



Figura 11. *Nolina cespitifera* Trel.-*Dasyvirion cedrosanum*, lugar Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 15 abril de 2014).

El Izotal (Figura 12) es una comunidad vegetal donde predomina especies del género *Yucca*, siendo la segunda condición donde prospera el cortadillo en la región. El cortadillo crece en pequeños lomeríos y laderas de cerros con pendientes de 2 a 22 %, a una altitud que varía de 1,900 a 2,000 msnm. En esta comunidad vegetal *Nolina cespitifera* Trel. se encuentra en el estrato arbustivo asociado con: *Yucca carnerosana*, *Quercus intricata*, *Gymnosperma glutinosum*,

Acacia glandulifera, *Dasyllirion cedrosanum*. En el estrato herbáceo predominan especies como: *Bouteloua hirsuta*, *Aristida purpurea*, *Bouteloua curtipendula*, *Thymophylla setifolia*, *Erioneuron avenaceum*, *Lycurus phleoides*, entre otras especies arbustivas y gramíneas (Miranda y Hernández, 1963; García y Celestino, 1999; Rzedowski, 2006; Granados *et al.*, 2011).



Figura 12. Vegetación de Izotal donde se presenta el cortadillo (García y Celestino, 1999).

En el bosque de pino (Figura 13) se desarrolla en laderas de sierra, en terrenos con pendientes de 18 a 24% en un rango altitudinal de 1,970 a 2,780 msnm y preferentemente en la exposición norte. En cuanto a la composición florística en este tipo de vegetación *Nolina cespitifera* Trel. se asocia principalmente a *Pinus cembroides*, *Yucca carnerosana*, *Juniperus* sp., *Quercus intricata*, *Q. pringlei*, *Dasyllirion cedrosanum*, *Agave falcata*, *Gymnosperma glutinosum*, *Lindleya mespiloides*. En el estrato herbáceo se encuentra especies como: *Bouteloua hirsuta*, *Aristida purpurea*, *Bouteloua curtipendula*, *Lycurus phleoides*, *Erioneuron avenaceum*, *Bouteloua gracilis*, *Chrisactinia mexicana* (Castillo y Sáenz, 1993; CONABIO, 2002; Rzedowski, 2006; Granados *et al.* 2011).



Figura 13. *Nolina cespitifera* Trel. en el bosque de pino piñonero (Castillo y Sáenz, 2005).

Marroquín (1974), en el estudio Vegetación y Florística del Nordeste de México I y Aspectos Sinecológicos en el Estado de Coahuila; menciona que *Nolina cespitifera* forma parte de la vegetación de bosques piñoneros, asociada a especies como: *Pinus cembroides*, *Juniperus*, *Agave asperrima*, *Arbutus texana*, *Berberis trifoliolata* var. *glauca*, *Bouteloua curtipendula*, *Bouteloua gracilis*, *Dasyilirion* sp., *Ephedra aspera*, *Jatropha dioica*, *Juniperus deppeana*, *Juniperus flaccida*, *Mimosa biuncifera*, *Opuntia stenopetala*, *Quercus supranitida*, *Rhus microphylla*, *Rhus trilobata*, *Rhus virens*, *Yucca carnerosana*, en la Sierra de Arteaga, al sureste de Saltillo, Coahuila.

Según información adquirida en el Herbario de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, también se encuentra en bosques de *Pinus pinceana*, asociado a especies como *Juniperus flaccida*, *Quercus invaginata*, *Q. gravesii*, *Q. lacey*, *Rhus virens*, *Ceanothus boxifolius*, *Cercocarpus montanus*, *Ptelea trifoliata*, *Cercis canadensis* y en bosques de encino asociado a especies como *Quercus glaucoides*, *Q. gravesii*, *Pinus arizonica* y *Juniperus flaccida*. (Pinkava y Villarreal, 1997; Encina et al., 2009).

De acuerdo a Pinkava y Villarreal (1997) y Villarreal (1994) el cortadillo se desarrolla en otros tipos de vegetación como el chaparral y bosque de montaña, se presenta en manchones muy localizados y con menor densidad. En el chaparral crece en los sitios más secos, en pendientes con exposición sur, asociado a *Quercus hypoxantha*, *Q. intricata*, *Flourensia retinophylla*, *Sophora secundiflora*, *Cercocarpus montanus*, y otras especies de *Salvia*, *Agave* y *Dasyllirion*.

En los bosques de montaña, en donde el cortadillo se presenta en manchones muy restringidos se localiza en las pendientes más secas con exposición sur asociado a especies como *Pinus arizonica*, *Pinus remota*, *Quercus intricata*, *Quercus hypoxantha*, *Q. greggii* y elementos arbustivos como *Xerospiraea hartwegiana*, *Abelia coriacea*, *Arctostaphylos pungens*, *Garrya ovata* y otras especies del género *Agave*, *Opuntia* y *Dasyllirion* (Pinkava y Villarreal, 1997).

5.7 Características agroclimáticas de su hábitat.

5.7.1 Altitud

Las poblaciones naturales del cortadillo en el sureste del Estado de Coahuila se encuentran ubicadas en altitudes que varían de 1,460 a 2,500 msnm., donde las altitudes más representativas son las comprendidas entre 1,460 a 2,280 msnm., en este rango es donde se distribuyen ampliamente las poblaciones naturales de este recurso y donde se encuentran actualmente las áreas sujetas al aprovechamiento y las áreas más importantes a nivel estatal (Miranda y Hernández, 1963; Castillo y Sáenz, 1993; Rzedowski, 2006).

5.7.2 Clima

Las poblaciones naturales de *Nolina cespitifera* Trel. en el sureste de Coahuila, se localizan en los climas secos: Bs muy seco o desértico y BS seco o estepario, clasificadas como Bwkw" (e), BSokw" (e) y BS1 kw"(e).

La temperatura media anual varía entre 12 a 22°C con precipitaciones anuales promedio entre 200 a 500 mm. (García, 1981; García y Celestino, 1999; Rzedowski, 2006).

5.7.3 Suelo

El cortadillo se presenta en suelos bien drenados, someros y con afloramientos rocosos, pedregosos, de textura migajón arcilloso y arcillo arenosa, sobre lomeríos pequeños, en planicies y laderas de cerro con pendientes de 4 al 24 % (Castillo y Sáenz 1993; Miranda y Hernández, 1963; Rzedowski, 2006). Esta especie puede desarrollarse en las siguientes unidades de suelo la descripción se basa en INEGI (2004) y FAO (2007).

5.7.3.1 Litosol

Suelos de piedra, se encuentran en todos los climas y diversos tipos de vegetación como: bosques, selvas, pastizales y matorrales. Puede localizarse en todas las sierras de México, barrancas, lomeríos y en algunos terrenos planos. Se caracterizan por ser suelos delgados y tener una profundidad menor de 10 centímetros, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido, (INEGI, 2004; FAO, 2007).

5.7.3.2 Rendzina

Suelos someros, se presentan en climas semiáridos, tropicales o templados. Se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. Generalmente las rendzinas son poco profundos por debajo de los 25 cm., tienen textura de migajón arenoso, migajón arcilloso o de arcilla; estructura granular, migajonosa o en bloques subangulares, de tamaño fino a grueso, que permite una rápida infiltración. Su pH varía entre grados ligeros de acidez y alcalinidad, y la capacidad de absorción de moderada a muy alta. Son moderadamente susceptibles a la erosión (INEGI, 2004; FAO, 2007).

5.7.3.3 Castañozem

Suelos alcalinos que se encuentran ubicados en zonas semiáridas o de transición a climas más lluviosos, por lo general sostienen vegetación tipo pastizal y en menor extensión áreas de matorral. Frecuentemente tiene más de 70 cm. de profundidad y se caracterizan por presentar una capa superior de color pardo o rojizo oscuro, ricos en materia orgánica y nutrientes, con una gran acumulación de caliche suelto o ligeramente cementado en el subsuelo (INEGI, 2004; FAO, 2007).

5.7.3.4 Feozem

Suelos que se presentan en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales lluviosas o zonas muy desérticas; soportan matorrales, pastizales y áreas forestales. Se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, son muy semejantes a los Chernozems y los Castañozems, pero se encuentran más lixiviados, además no presentan las capas ricas en bases con las que cuentan estos dos tipos de suelos. Los Feozems son de profundidad muy variable, es de color pardo grisáceo o gris

oscuro, el pH es de ligeramente alcalino a ligeramente ácido, con textura de migajón arenoso y arcilloso en forma de bloques angulares y sub-angulares de tamaño variable (INEGI, 2004; FAO, 2007).

5.7.3.5 Xerosol

Suelos secos, se localizan en las zonas áridas y semiáridas del centro y norte de México. Su vegetación natural es de matorral y pastizal. Tienen por lo general una capa superficial de color claro por el bajo contenido de materia orgánica, debajo de esta capa puede haber un subsuelo rico en arcillas, o bien, muy semejante a la capa superficial. Muchas veces presentan a cierta profundidad manchas, aglomeraciones de cal, cristales de yeso o caliche con algún grado de dureza, a veces pueden presentar salinidad. Son de baja susceptibilidad a la erosión, salvo en laderas o si están directamente sobre caliche o tepetate a escasa profundidad (INEGI, 2004; FAO, 2007). Su principal uso es pecuario (ovino, caprino), ya que la agricultura de temporal en este tipo de suelos es insegura.

5.7.3.6 Luvisol

Suelo con acumulación de arcilla. Se encuentran en zonas templadas o tropicales lluviosas, aunque en algunos casos también pueden encontrarse en climas más secos. La vegetación es generalmente de bosque o selva y se caracterizan por tener mayor enriquecimiento de arcilla en el subsuelo que en el suelo superficial, esto se debe a procesos pedogenéticos. Su textura varía de migajón arenoso a arcillosa y el pH, de moderadamente ácido a ligeramente alcalino. Sus partículas forman una estructura de bloques sub-angulares de tamaño fino a grueso. Son frecuentemente rojos o amarillentos, aunque también presentan tonos pardos, que no llegan a ser oscuros, son altamente susceptibles a la erosión (INEGI, 2004; FAO, 2007)

VI. APROVECHAMIENTO DEL CORTADILLO

6.1 Marco jurídico

La conservación, protección, restauración, ordenación, el cultivo y aprovechamiento de los recursos forestales del país se encuentran principalmente regulados por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) , el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (RLGDFS), las Normas Oficiales Mexicanas (NOMS), la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Autorregulación y Auditorías ambientales y el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico.

Para el aprovechamiento de la fibra de Cortadillo la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de febrero de 2003 con su última reforma el 26 de marzo de 2015 en los artículos 97, 98, 99 y 100, establece que para el aprovechamiento de los recursos forestales no maderables únicamente se requiere de un aviso por escrito ante la autoridad competente y en caso de que se requiera la presentación de un programa de manejo simplificado y la autorización de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, los criterios y especificaciones se establecerán en el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y la Norma Oficial Mexicana NOM-007-SEMARNAT-1997.

De la misma manera el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (RLGDFS), publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de febrero de 2005, en los artículos 53 al 61 especifica que para el aprovechamiento de los recursos forestales no maderables se deberá presentar un aviso ante la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y cuando se trate del aprovechamiento de plantas completas de la familia Nolinaceae, se requerirá la presentación de un Programa de Manejo Forestal Simplificado y la autorización de la Secretaría.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales a través de la Norma Oficial Mexicana NOM-007-SEMARNAT-1997 en su última revisión publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de abril del 2003, establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento transporte y almacenamiento de hojas *Nolina cespitifera* Trel. la cual de manera general describe lo siguiente:

1. Del aprovechamiento.

1.1 Para efectuar el aprovechamiento de las hojas de Cortadillo, el dueño o poseedor del predio, debe presentar una notificación por escrito, ante la Delegación Federal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en la entidad federativa competente, misma que podrá ser anual o por un periodo máximo de 5 años.

1.1.1 La notificación deberá contener la siguiente información:

- I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del dueño o poseedor del predio.
- II. Título que acredite el derecho legal de propiedad o posesión del terreno o terrenos donde se realizara las actividades de aprovechamiento o, en su caso, el documento que acredite el derecho para ejecutar actividades de aprovechamiento.
- III. En el caso de ejidos y comunidades, original del acta de asamblea en la que conste su consentimiento para realizar el aprovechamiento, inscrita o en trámite de inscripción en el registro que corresponda.
- IV. Nombre y ubicación del predio, incluyendo un plano o croquis de localización y
- V. Estudio Técnico Justificativo o Programa de Manejo Forestal Simplificado el cual debe presentar la siguiente información:
 - a) Descripción general de las características físicas, biológicas y ecológicas del predio; así como su ubicación y colindancias.
 - b) Superficie, especie y cantidad estimada en toneladas por aprovechar anualmente, incluyendo su nombre común y científico.

- c) Descripción de los criterios para la determinación de la madurez de cosecha y reproductiva, así como las técnicas de aprovechamiento de la especie.
- d) Definición y justificación del periodo de recuperación al que quedarán sujetas las áreas intervenidas.
- e) Medidas de protección que se tomaran en caso de afectar especies de fauna y flora silvestre que se encuentren en algún estatus.
- f) Medidas para prevenir y controlar incendios, plagas y enfermedades forestales y otros agentes de contingencia.
- g) Medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales negativos que pudiera ocasionar el aprovechamiento, durante sus distintas etapas de ejecución, así como en caso de suspensión o terminación anticipada.
- h) Nombre y número de inscripción del Prestador de Servicios Técnicos Forestales en el Registro Forestal Nacional.

1.2 La elaboración de la notificación y la verificación del aprovechamiento será competencia del dueño o poseedor del predio, así como del asistente técnico, los cuales tienen la obligación de entregar un informe trimestral ante la Delegación Federal de la Secretaría, dentro de los primeros 10 días hábiles de los meses de abril, julio, octubre y enero de cada año, y uno al final del aprovechamiento, indicando a su vez, las cantidades aprovechadas en toneladas.

1.3 Métodos y especificaciones técnicas para el aprovechamiento de las hojas cortadillo:

- I. Únicamente se aprovecharan plantas en la etapa de madurez de cosecha, reconociéndolas por el tamaño y las características vegetativas de la especie.
- II. Para asegurar la regeneración por semilla se dejara sin intervenir aproximadamente el 20% de las plantas en etapa de madurez de cosecha, distribuidas uniformemente en el área de aprovechamiento.

III. El aprovechamiento de la planta, se realizará en todo el macollo a una altura de 30 cm. sin arrancar la planta o afectar el meristemo apical o zona de crecimiento, para permitir su rebrote;

1.4 La Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en apoyo con sus Delegaciones Federales, podrán suspender el permiso de aprovechamiento para asegurar la recuperación del recurso, la cual por medio de un escrito notificara a los interesados, con la finalidad que un plazo no mayor a 20 días los mismos, expongan a lo que su derecho convenga.

1.5 Cuando los predios a aprovechar se encuentren en Áreas Naturales Protegidas, el permiso de autorización de aprovechamiento se dará con previo aviso del Instituto Nacional de Ecología, en base a lo establecido en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

2. Del almacenamiento:

Los responsables de los centros de almacenamiento de las hojas de cortadillo, incluyendo aquellos que estén ubicados en las instalaciones de los centros de transformación, deberán:

2.1 Solicitar la inscripción de los mismos en el Registro Forestal Nacional, acreditando su personalidad y debiendo proporcionar los siguientes datos del establecimiento:

- a. Nombre, denominación o razón social.
- b. Domicilio fiscal.
- c. Copia de la cédula de identificación fiscal o del Registro Federal de Contribuyentes.
- d. Ubicación.
- e. En su caso, el giro o giros a que se dedique el centro de transformación en cuestión.
- f. Capacidad de almacenamiento y, en su caso, de transformación instalada, en toneladas.

2.2 Notificar trimestralmente dentro de los primeros 10 días hábiles de los meses de abril, julio, octubre y enero de cada año, a la Delegación de la Secretaría en la entidad federativa correspondiente, las entradas y salidas del producto del trimestre inmediato anterior, utilizando los formatos que se anexan.

3. Del transporte:

3.1. El transporte de las hojas, desde el predio a los centros de almacenamiento o de transformación, se realizará al amparo de remisión o factura comercial, expedida por el dueño o poseedor del recurso, o el responsable del centro de almacenamiento, siempre y cuando dicho producto se transporte por cualquier vehículo automotor.

3.2. La factura o remisión comercial deberá contener además de los requisitos establecidos por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público:

- I. Número de folio asignado por la Delegación Federal de la Secretaría, al acusar recibo de la notificación de aprovechamiento correspondiente.
- II. Ubicación y número de inscripción del centro de almacenamiento en el Registro Forestal Nacional.
- III. En su caso, nombre y ubicación del predio del que proviene el producto.
- IV. Domicilio al que se envía el producto y el peso que se remite.

6.2 Problemática del aprovechamiento del cortadillo

En la actualidad la región sur de Coahuila es la más importante con respecto a las demás áreas de distribución y aprovechamiento. La explotación intensiva y desmedida, de que ha sido objeto, ha conducido a la disminución de las poblaciones naturales y la degradación de las comunidades vegetales donde habita (Castillo y Sáenz, 1993). Este fenómeno ha provocado que la producción de la fibra cada vez sea más difícil, puesto que los campesinos al agotar las comunidades naturales cercanas a sus ejidos y a las pequeñas propiedades, tienen que trasladarse a grandes distancias de sus centros habitacionales, para

poder obtener los volúmenes de la planta que necesitan para su sostenimiento, lo cual afecta en gran medida la eficiencia en la recolección de la planta lo que conlleva al aumento de los costos de producción (Castillo, 1995).

La escasez de la materia prima en las áreas de recolección natural ha provocado también que los productores tengan que coleccionar la materia en propiedades privadas esto genera un gasto extra ya que los dueños de dichas propiedades les cobran derecho de explotación, aproximadamente un kilo de hoja en greña se lo venden de \$0.5 hasta \$1.5 a esto se le suma el costo de traslado al lugar de transformación de la materia, ocasionando que las ganancias no sean redituables, siendo para los productores un cultivo de subsistencia (Castillo y Sáenz, 1993).

La lejanía que existe entre las comunidades rurales donde se aprovecha el cortadillo y las fábricas demandantes de la materia prima, han dado cabida a la existencia del intermediarismo haciendo que la oferta se maneje por los intermediarios, sin constituir un parámetro favorable para el productor en la determinación de los precios. Esto ha llevado a que el recurso se explote sin que el productor establezca los canales de comercialización más adecuados y obtenga las mejores ganancias (Alvídrez, 2006).

Otras de las causas que hace que la producción de la fibra se ha deficiente es la maquinaria utilizados para el corte y rpiado de la hoja, es maquinaria rustica que provoca mucho desperdicios aproximadamente de un “tercio”, de 30 a 40 kg., se desperdicia un 30% a 40%, es un porcentaje alto si se quiere eficientizar la producción (Sánchez, 1981).

6.3 Método de cosecha

García (1999) señala que el tiempo necesario para el aprovechamiento de una plantación de cortadillo es de ocho años, la reproducción de la planta en vivero requiere de dos años, después de realizarse la plantación se necesita de seis años en campo para que la planta obtenga las condiciones óptimas de

aprovechamiento. La primera cosecha se puede obtener después del quinto año del establecimiento y al siguiente año se puede cosechar de nuevo, debido a que su turno técnico de aprovechamiento es de un año esto también estará en función de la cantidad de precipitación ocurrida en el sitio (Sáenz y Castillo; 1991; Castillo, 1994). La organización para el abastecimiento de la hoja de cortadillo en campo se realiza a través de campamentos. En un área el corte puede durar de dos a tres meses según la abundancia. El corte se realiza con un hoz a un altura que puede regenerarse la planta y se van formando tercios de aproximadamente 30 kg., los cuales se trasladan sobre animales de carga (burros y caballos), camionetas etc., a las áreas de transformación. En el ejido El Cercado al sur de Saltillo, las personas que se dedican al aprovechamiento de cortadillo se trasladan a lugares muy lejanos para abastecerse de materia prima.

Se estima que una persona (Figura 14) puede cortar hasta 200 kilogramos de hoja por día, percibiendo un capital de \$500.00, ya que el kilo de hoja en las áreas de transformación se compra en \$2.5/kilo.



Figura 14. Colecta de la hoja de cortadillo. (Castillo y Cano, 2005).

6.4 Época y sistema de corte

La selección del área de corta se elige de acuerdo a la abundancia de la especie o el antecedente de un área de corta anterior, el periodo de recuperación varía de 12, 18 a 21 meses (Castañeda, 1993). Sáenz y Castillo (1991), evaluaron en poblaciones naturales diferentes fechas de corta y su respuesta al crecimiento de la hoja, los resultados indican que la época adecuada para el corte y recuperación de las hojas es el primer semestre del año. De igual manera Romahn (1992) menciona que no existe un tiempo específico para la corta, pudiéndose realizar durante todo el año con excepción de la temporada de lluvias de verano, ya que el recolector suspende la recolección para dedicarse a la agricultura de temporal. Adicionalmente a lo anterior se tiene que la madurez de cosecha se identifica cuando la planta tenga una altura mínima de hoja de 40 cm. o las hojas alcancen el turno técnico de aprovechamiento que es de 50 cm. de longitud. El corte (Figura 15) se realiza en todo el macollo utilizando un hoz a una altura de 30 cm. sin arrancar la planta o afectar el meristemo apical o zona de crecimiento, para permitir su rebrote (Sánchez, 1981; Sáenz y Castillo, 1992).



Figura 15. Corte de la hoja de cortadillo, área de aprovechamiento ubicado en el ejido El Cercado, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 6 de enero 2016).

6.5 Áreas de aprovechamiento

El cortadillo *Nolina cespitifera* Trel. es un recurso de suma importancia económica para los productores de las zonas áridas y semiáridas del norte del país, principalmente para la región sur y centro del Estado de Coahuila, la región sur de Nuevo León y el norte de Zacatecas (Castillo y Cano, 2005).

En la actualidad la región sur del Estado de Coahuila es la de mayor importancia en relación a las áreas de distribución, aprovechamiento y comercialización de la fibra de cortadillo donde este tiene fuertes repercusiones socioeconómicas. Su aprovechamiento representa fuente principal de ingresos económicos para aproximadamente 3,000 familias campesinas de 37 predios en los Municipios de Saltillo, General Cepeda y Parras De La Fuente; su explotación se efectúa en una superficie aproximada a las 10,000 ha. (SEMARNAT, 2003).

Para verificar el proceso de la fibra de cortadillo, se trasladó al Rancho Notillas (Figura 16), Municipio de Parras De La Fuente, ubicado en las coordenadas geográficas 25°07'02''latitud norte y 101°38'11''longitud oeste, el ejido se encuentra a una altitud media de 2030 metros sobre el nivel del mar, se sostuvo una larga conversación con los productores del pueblo, con el objetivo de enriquecer de información el trabajo de investigación presente.



Figura 16. Productor de fibra de cortadillo en el Rancho de Notillas, Parras De La Fuente, Coahuila. (Fotografía tomada por Ing. José Antonio Ramírez Díaz, 16 abril de 2014).

6.6 Obtención de la fibra

Después del corte de las hojas de cortadillo en campo, las hojas se agrupan en “tercios”, de 30 a 40 kg., para después arrimarlos a patios de carga denominados “bancales”, de estos sitios de carga se transporta en camiones o animales a las plantas procesadoras que reciben el nombre de “palmillera”. En la “palmillera” es posible encontrar de 6 a 23 toneladas de hoja, el producto antes de su beneficio, se le denomina regionalmente “fibra en greña” (Romahn, 1992). (Figura 17).



Figura 17. Hojas de *Nolina cespitifera* Trel. en “tercios”. En la “Palmillera” ubicada en el Rancho de Notillas, Parras De La Fuente, Coahuila. (Fotografía tomada por Ing. José Antonio Ramírez Díaz, 16 abril de 2014).

Los tercios de cortadillo son almacenados en patios, en donde se seleccionan o clasifican en dos categorías de acuerdo a la consistencia de la planta, misma que se determina por medio de la coloración (Cuadro 2).

Cuadro 2. Categorías comerciales del cortadillo (SEMARNAT, 2003).

Categoría	Descripción
1	Coloración verde intenso
2	Coloración parduzca, planta seca y quebradiza

Ya terminado de clasificar el cortadillo se acomoda en “tercios” más pequeños de 8 a 10 kg, para facilitar el corte, y así formar tercios de 1ª y 2ª categoría. Una vez clasificada y enterciada, la hoja de cortadillo se sujeta a cuatro procesos para la obtención de la fibra, mismos que se describen a continuación (Sánchez, 1981; Romahn, 1992). (Figura 18).



Figura 18. Clasificación de cortadillo *Nolina cespitifera* Trel. en “tercios”. En la “Palmillera” ubicada en el Rancho de Notillas, Parras De La Fuente, Coahuila. (Fotografía tomada por Ing. José Antonio Ramírez Díaz, 16 abril de 2014).

1. Corte de la fibra. Como primer proceso, la hoja se lleva a una máquina llamada “guillotina”, en la cual se realiza el corte de la hoja a una longitud de 40 cm., 45 cm., o de acuerdo al uso que se le vaya a dar. La guillotina consta de una sierra circular de dientes modificados cuyo tamaño varia; pero las medidas convencionales pueden ser de 40, 45 y 50 cm. (Figura 19).

Dependiendo del tamaño de la hoja se pueden hacer de 2 a 3 cortes. Sánchez (1981) menciona que al hacer los cortes dimensionales se aprovecha de un 60 a 70% del peso original, las puntas residuales se consideran como desperdicio, el cual se estima que es de 30 a 40 % (Castañeda, 1993).



Figura 19. Guillotina, corte de las hojas del cortadillo *Nolina cespitifera* Trel. en “tercios”, el área de la “Palmillera” ubicada en el Rancho de Notillas, Parras De La Fuente, Coahuila. (Fotografía tomada por Ing. José Antonio Ramírez Díaz, 16 abril de 2014).

2. Ripiado (desfibrado). Enseguida, las hojas se trasladan a una máquina rústica, denominada “ripiadora”, que consiste en un rodillo con cuchillas y navajas en donde las hojas del cortadillo se pasan en varias ocasiones, con el objeto de hacer cortes en forma longitudinal hasta tener un diámetro reducido de la fibra, (Sánchez, 1981; Castañeda, 1993; SEMARNAT 2003; Castillo y Cano, 2005). (Figura 20).



Figura 20. Ripiadora. Proceso de ripiado de las hojas del cortadillo *Nolina cespitifera* Trel. En el área de la “Palmillera” ubicada en el Rancho de Notillas, Parras De La Fuente, Coahuila. (Fotografía tomada por Ing. José Antonio Ramírez Díaz, 16 abril de 2014).

3. Secado. Los manojos rypiados son trasladados a un patio (Figura 21), donde existen tendederas de alambres a alturas aproximadas de 50 cm., sobre las cuales se extiende uniformemente la fibra para su secado; se cambia de posición periódicamente para obtener un secado uniforme; este proceso dura aproximadamente de 14 a 48 horas, en función de las condiciones ambientales, una vez secos, se recogen y se desechan los residuos de fibra (Sánchez, 1981; Castañeda, 1993; García, 1999; SEMARNAT 2003; Castillo y Cano, 2005).



Figura 21. Secado de la hoja del cortadillo, *Nolina cespitifera* Trel. en el área de la “Palmillera” ubicada en el Rancho de Notillas, Parras De La Fuente, Coahuila. (Fotografía tomada por Ing. José Antonio Ramírez Díaz, 16 abril de 2014).

4. Registro de peso. Cuando se han secado las fibras, se procede a su embalaje el cual consiste en hacer pacas de 75 a 80 kg mediante prensas manuales o automáticas; una vez formadas las pacas, se atan con cintas metálicas y se etiquetan con el peso resultante y la calidad de fibra; la producción de la fibra en promedio es 70% de primera calidad y 30% de segunda. Terminado este paso el cortadillo está listo para su venta (Sánchez, 1981; Castañeda, 1993; García, 1999; SEMARNAT 2003; Castillo y Cano, 2005). (Figura 22).



Figura 22. Área de pesado de la hoja de cortadillo, ubicado en el Rancho de Notillas, Parras De La Fuente, Coahuila. (Fotografía tomada por Ing. José Antonio Ramírez Díaz, 16 abril de 2014).

Cuando no se sigue el procedimiento anterior es cuando el cortadillo se emplea para la elaboración de escobillones para barredoras mecánicas, pues en este caso sólo se desfibra la hoja, despunta, se seca y se empaca sin cortar (Romahn, 1992). La fibra se almacena en lugares secos y ventilados, para evitar que adquiera humedad y baje su calidad (Figura 23). El valor de la fibra ya beneficiada fluctúa en el mercado entre \$7.5 a \$ 8.00, depende principalmente de la oferta y la demanda en el mercado.



Figura 23. Lugar de almacenamiento de la fibra de cortadillo, ubicado en el Rancho de Notillas, Parras De La Fuente, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 16 abril de 2014).

6.7 Producción

En los últimos años el cortadillo se ha considerado como un cultivo alternativo de diversificación y reconversión productiva para zonas áridas, además es una opción para frenar y revertir la desertificación de los suelos e incorporar terrenos abandonados de nuevo a la actividad económica, logrando disminuir los niveles de pobreza de la poblaciones rurales de esta zona a partir de la generación de empleos permanentes que se obtienen con la producción de fibra de cortadillo, consiguiendo con esto un mejor equilibrio ecológico en los ecosistemas desérticos (Feuchter, 2001).

Según Martínez y Lara (2003), señalan que bajo condiciones naturales la producción de fibra en los tres Municipios productores del Estado de Coahuila, se estima que sea de 430 a 1,570 kg/ha; sin embargo, bajo sistemas de producción intensivo, la producción podría alcanzar valores hasta de aproximadamente 8 ton/ha. De la misma manera SEMARNAT (2003), menciona que la producción de fibra de cortadillo en poblaciones naturales para la región sureste de Saltillo varía entre 905 y 1,134 kg / ha. De acuerdo a investigaciones realizadas por Castillo y Sáenz (1993), indican que en los principales tipos de vegetación donde se desarrolla el cortadillo en la región sur de Coahuila, se tiene una densidad promedio entre 500 a 900 plantas/ha y 405 a 905 kg/ha, esto es en poblaciones naturales. (Cuadro 3).

Cuadro 3. Densidad y producción de cortadillo *Nolina cespitifera* Trel. en los principales tipos de vegetación en la región sur de Coahuila (Castillo y Sáenz, 1993).

Tipo de vegetación	Densidad de plantas/ha			Producción de fibra (kg/ha)		
	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo
Izotal	500	1000	1500	759	1134	1391
matorral desértico rosetófilo	500	900	1100	403	905	1408
<i>Nolina-Dasyllirion</i>						
Bosque de pino	300	700	1300	187	508	687

Cabe mencionar que en plantaciones comerciales bajo un manejo intensivo el cortadillo puede incrementar la densidad de plantación a 2,500 plantas/ha; obteniéndose una producción promedio inicial de fibra de 524 kg/ha. (Figura 24). En los primeros años del establecimiento, las plantas tienen diámetros menores comparados con las poblaciones naturales, sin embargo las plantas tienden a incrementar su diámetro y por lo consecuente su producción, dado que al realizar el aprovechamiento de la planta cada año se estimula la formación de nuevos macollos en la misma incrementándose en consecuencia, su diámetro y por lo tanto la producción de fibra por unidad de superficie (García y Celestino; 1999; Castillo y Cano, 2005).



Figura 24. Plantación de cortadillo en el ejido El Cercado. Superficie 4 ha, año de plantación 1980. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 6 de enero de 2016).

VII. USOS DEL CORTADILLO

El cortadillo en México ha sido explotado desde hace varias décadas; del cortadillo se obtiene una fibra dura de alta resistencia utilizada en la región para diversos usos entre los cuales sobresalen los siguientes:

7.1 Uso industrial

La fibra del cortadillo es utilizada para la fabricación de rodillos y discos para barredoras mecánicas, núcleos de cartuchos explosivos, es empleada como materia prima combinada con sorgo escobero, en la fabricación de escobas, escobillas y cepillos. Además se utiliza para la construcción de muebles rústicos en sustitución del ratán (Sánchez 1981; Sáenz y Castillo, 1992; SEMARNAT, 2003; Castillo y Cano 2005). Cuando esta planta va a ser utilizada para barredoras mecánicas la fibra en “greña” se corta con una sierra circular a una longitud de 112.5 cm. (45”), se embala y sale al mercado. (Figura 25).



Figura 25. Corte de la hoja de cortadillo *Nolina cespitifera* Trel. de dimensiones largas y cortas, lugar Rancho Notillas, Parras De La Fuente, Coahuila. (Fotografía tomada por Ing. José Antonio Ramírez Díaz, 16 abril de 2014).

Si el material va a ser utilizado para la fabricación de escobas y núcleos de cartuchos explosivos, las medidas a las que se corta la fibra en “greña” varían según los fabricantes de dichos productos, por lo general se manejan medidas tales como: 50 cm. (20”), 45 cm. (18”) y 40 cm. (16”). Para la elaboración de escobillas y cepillos se manejan medidas de 40 cm. (16”), 30 cm. (12”) y 20 cm. (8”) principalmente (Sánchez, 1981).

7.1.1 Proceso de fabricado de escobas

Para verificar el proceso que lleva la fabricación de una escoba de cortadillo, se traslado al ejido El Cercado, ubicado al sur de Saltillo, Coahuila. El Cercado tiene aproximadamente 156 habitantes y se encuentras a una altitud de 2,120 msnm. La fabricación de la escoba se realiza de una manera artesanal y en promedio confeccionan 100 escobas por día (Esteban Martínez, entrevista personal, 6 de enero 2016). (Figura 26).



Figura 26. Fábrica artesanal ubicada en el ejido El Cercado, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 6 de enero 2016).

La fibra de cortadillo para la obtención de las escobas se cortan de diferentes dimensiones: 45 cm. (18”), 40 cm. (16”). 35 cm. (14”) y 30 cm. (12”). Una vez dimensionada y clasificada la fibra de cortadillo se sujeta a tres procesos mismos que se describen a continuación:

1. Forjado: esta actividad consiste en enganchar la fibra de cortadillo con el mango de la escoba el cual puede ser de 2.85 cm. (1 1/8”), 2.54 cm (1”), 2.22 cm. (7/8”), principalmente. Como primer paso se le incrusta un clavo al palo, después se le enrolla un alambre galvanizado el cual sujetara a las hojas de cortadillo, se le

da 3 o 4 vueltas al alambre para que quede bien amarrada la fibra, se realiza dos amarres una más arriba que el otro para reforzar la sujeción de la escoba y por el ultimo se procede a quitar el exceso de hoja que quedo por encima del primer nudo; aproximadamente se lleva 0.250 gr. de fibra por escoba. (Figura 27).



Figura 27. Forjadora, ubicada en el ejido El Cercado, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 6 de enero 2016).

2. Cosido: consiste en introducir la escoba en las máquinas de coser; primero se posiciona la escoba en forma vertical y se aprieta con un tornillo que tiene la cosedora, después mediante unas agujas e hilo Nylon, son aplanadas y cocidas con dos o tres o cuatro filas punteadas, para darle una mayor consistencia y duración. La escoba obtiene una forma plana en un tiempo de 15 minutos, el cosido es fundamental para su comercialización, ya que el número de costuras es la garantía de la calidad y duración. (Figura 28).



Figura 28. Cosedora, ubicada en el ejido El Cercado, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 6 de enero 2016).

3. Recorte y alineado: Una vez cosida la escoba, se alinean y recortan las puntas mediante una sierra, para darle una mejor presentación en el mercado.



Figura 29. Sierra, ubicada en el ejido El Cercado, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 6 de enero 2016).

Terminado el proceso la escoba esta lista para salir al mercado local, la escoba a mayoreo cuesta aproximadamente \$40.00.(Figura 29)



Figura 30. Escoba elaborada con la fibra de cortadillo, fábrica artesanal ubicada en el ejido El Cercado, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 6 de enero 2016).

7.2 Uso forrajero

La utilización del cortadillo con fines forrajeros es muy reducida, ya que pocas veces son las situaciones en las que el ganado se ve obligado a comer dicha especie debido a que es considerada una planta tóxica. En algunas áreas de distribución el cortadillo es considerado como forraje útil, el valor nutricional de *Nolina* spp., se refleja en las concentraciones de proteína en bruto: 19% en los brotes y 5 a 6% en las hojas (Alfred, 1950; Sánchez, 1981 Burrows & Tyrl, 2013).

La utilización de esta planta se ha visto limitada ya que en algunos lugares se considera toxica, las yemas florales, flores abiertas y frutos maduros, son los órganos de la planta que se consideran tóxicos, el consumo de estos provoca la degeneración de las grasas y albúminas en el hígado, lo que se manifiesta en una ictericia general, siendo más vulnerable el ganado caprino y ovino, que el vacuno, también puede provocar problemas de fotosensibilización, que se manifiesta por el hinchamiento de la cabeza, inflamación y descamación de la piel de los animales expuestos a la luz solar, siendo más afectados aquellos de pigmentación clara (Kingsbury, 1964; Sánchez, 1981; Burrows y Tyrl, 2013).

Las aves y la mayoría de los otros animales no parecen comer los frutos o semillas a pesar de que a menudo son abundantes. En la actualidad se desconoce la sustancia que provoca esa toxicidad pero al parecer es una sustancia algo volátil, ya que al almacenar por más de dos años la planta resulta menos dañina. Algunos estudios han demostrado que *Nolina* spp., contiene sapogeninas tóxicas que provocan serios daños a los animales, tan solo el consumir el 0.5% y 1% del peso de la planta de *Nolina microcarpa* y *Nolina texana*, puede provocarle serias enfermedades degenerativas al ganado (Kearney y Peebles, 1960; Burrows y Tyrl, 2013). A pesar de los daños que ocasiona en los animales, el cortadillo ha servido como un recurso de emergencia durante la época sequía, mezclada con forrajes tradicionales principalmente para el ganado caprino y bovino. Esto se realiza cuando el consumo de la planta no supere del 1% del peso del animal, o bien cuando el pastoreo sea controlado (Sánchez, 1981).

7.3 Uso artesanal

La fibra se emplea en la elaboración de cestos, sombreros, abanicos, mecate, cordelería y para techar (Standley, 1920), es una especie que también tiene potencialidad para la obtención de celulosa en la fabricación de papel, plásticos y fibras sintéticas y la obtención de sapogeninas esteroidales de su semilla que han sido utilizados en la medicina y perfumería (Romahn, 1992).

VIII. COMERCIALIZACIÓN Y MERCADO DE LA FIBRA DE CORTADILLO

La fibra dura que se obtiene de esta planta es altamente demandada por la industria fabricante de escobas, también demanda su uso la fabricación de cepillos, cartuchos de dinamita y para las barredoras mecánicas y en menor escala para las artesanías (Sánchez, 1981; SEMARNAT, 2003). En la actualidad casi la totalidad de producción de los principales Estados que explotan la fibra de cortadillo (Coahuila, Nuevo León y Zacatecas) es comercializada a las empresas elaboradoras de escobas situadas en los Municipios de Cadereyta, Jiménez y Monterrey, Nuevo León.

Una escoba cuesta aproximadamente \$40.00 (SEMARNAT, 2003). El 90% de la producción de escobas es de exportación y el 10% mercado nacional.

Cabe mencionar que en los últimos años sus poblaciones naturales se han reducido, originando una disminución en la producción de fibra lo cual ha provocado un déficit de materia prima para estas empresas, lo que ha obligado a las empresas a la sustitución del cortadillo por otras especies por ejemplo *Nolina texana* (Palmilla) y *Sorghum* spp. (Mijo), principalmente.

La situación del mercado de esta fibra natural es promisorio, su demanda, es alta tanto en el mercado interno como externo; sin embargo existen limitantes serias que dan espacio al intermediarismo, haciendo que la oferta se presente manejada por los intermediarios, sin constituir un parámetro favorable para el productor en la determinación de los precios. Esto ha llevado a que los precios de venta estén bajos y el recurso se explote sin que el productor establezca los canales de comercialización más adecuados para lograr mayores utilidades. (Alvídrez, 2006). Los intermediarios en las áreas de aprovechamiento compran el kilo de fibra ya beneficiada entre \$7.5 a \$ 8.00, dependiendo de la calidad de la fibra y las dimensiones.

IX. PRODUCCION DE LA PLANTA EN VIVERO

9.1 Regeneración natural y problemática

Una de la grandes problemáticas que enfrenta la mayoría de las especies forestales es la presión que ejerce el crecimiento de la población humana ya que al ser recursos para su subsistencia la tasa de explotación es alta, y no existe un manejo racional sustentable (Vargas *et al.* 2004).

Investigaciones realizadas por Castillo y Sáenz (1993), señalan que la regeneración natural de la planta es nula en ciertas comunidades vegetales, a consecuencia de esto las poblaciones naturales han disminuido o están en proceso de degradación, esto se debe en gran medida a la explotación intensiva y

probablemente a que la época de aprovechamiento, en algunos casos coincide con la época de floración de la planta, destruyendo las inflorescencias, por otro lado se encontró que la flor es consumida por el ganado (principalmente caprino) y fauna silvestre.

La demanda de este recurso ha sido más alta que la oferta y la producción es insuficiente, para que la producción de la fibra sea de alto rendimiento los productores seleccionan plantas con características genotípicas y fenotípicas sobresalientes como; plantas vigorosas, sanas, bien conformadas y de rápido crecimiento. Las plantas enfermas, de lento crecimiento y mal conformadas son las que se dejan en las áreas de aprovechamiento ocasionando que la regeneración natural que se presenta sea insuficiente y las plantas que se logren establecer crezcan no presentan las mejores características que aseguren su supervivencia.

Otros de las razones que hace que la regeneración natural sea escasa es que no se deja el porcentaje suficiente de plantas que presenten la madurez fisiológica para generar semillas, a esto hay que sumarle que la semilla presentan un grado de latencia y para romper este fenómeno hay que aplicarles ciertos tratamientos, los cuales se realizan en un lugar donde se pueda controlar las condiciones por ejemplo un invernadero o vivero, entonces en condiciones naturales las semillas se tardarán más tiempo para germinar (Zamudio, 2013; Juárez, 2014).

Otro efecto que hay que tomar en cuenta para que se establezca las poblaciones naturales es la temperatura del suelo la cual debe ser menor a 30°C, tal que al ser mayor se tendría una germinación nula o se tardaría más tiempo en generarse una planta (Amador *et al.*, 2012).

9.2 Propagación sexual

La propagación sexual de las plantas se da por medio de las semillas, las cuales son la unidad reproductiva que se desarrolla a partir de un óvulo fecundado (William, 1991). Por su parte Douglas (1982) menciona que la semilla es la portadora del potencial genético que permite obtener una mayor producción. Asimismo, la semilla es un óvulo madurado que contiene un embrión, son una forma de supervivencia de sus especies, sirve para que la vida embrionaria renueve su desarrollo aún años después de que sus progenitores han muerto (Boswell, 1986). Es el método de multiplicación más importante en *Nolina cespitifera* Trel. debido a que la especie produce una gran cantidad de semilla y permite la obtención de plantas con variación genética, factor importante para un programa de restauración ecológica (Reyes, 2006).

9.2.1 Colecta de semilla

Para programas de reforestación y plantaciones comerciales la colecta de semilla es un paso de gran importancia porque se elegí el potencial genético de las futuras plantas que se establecerán en el sitio. La colecta de la semilla se debe realizar en años de producción abundante (año semillero), recoger la semilla en este periodo asegura que la capacidad germinativa sea superior, las semillas conservan su viabilidad durante más tiempo y contribuye a la conservación de la diversidad biológica de la especie (William, 1991).

Los rodales naturales donde se colecta la semilla debe cumplir los siguientes requisitos (Vargas *et al.*, 2004; CONAFOR, 2010; Torres *et al.*, 2012):

- I. Sitios sanos y vigorosos (las plantas de cortadillo sean las de mejor calidad).
- II. Áreas preferentemente conservadas (sin aprovechamiento y pastoreo).
- III. Deben presentar las mismas condiciones físicas-ecológicas en comparación donde se va a plantar.

- IV. Deben encontrarse en la misma zona geográfica y distribución altitudinal al área donde se pretende realizar la plantación.
- V. Las áreas de producción de semilla deben ubicarse en rodales con una densidad homogénea mínima de 650 plantas /ha, y edad suficiente para producir semillas viables y cosechas grandes.
- VI. El terreno dentro del rodal debe ser razonablemente plano o con pendiente suave no mayor al 30% para permitir el movimiento fácil de las personas, maquinaria y equipo, debe ser un área de fácil acceso

Otro punto de gran relevancia es la obtención de la mejor calidad genética de la semilla, la cual se logra con la colecta de las semillas de las plantas que cumplan las siguientes características:

- I. Individuos sanos y vigorosos.
- II. Libre de plagas y enfermedades.
- III. Plantas con una longitud de hoja de 0.9 a 1.2 m. de longitud.

Las plantas que no cumplan los requisitos antes mencionados se eliminan a través del manejo silvícola como aclareos, esto con la finalidad de mejorar la calidad y producción de semilla en las plantas seleccionadas.

Castillo y Cano (2005) mencionan que para tener una buena calidad de semilla se debe colectar cuando presente el grado de madurez fisiológica óptima y antes del periodo de dispersión. La recolección se debe realizar en los meses de septiembre a diciembre. De la misma forma Juárez (2014) menciona que en el sur de Coahuila la colecta se puede llevar a cabo durante los meses de agosto y septiembre. La madurez fisiológica óptima es cuando el color de la semilla es café oscuro y al golpearla suavemente se desprenda de la inflorescencia. Se recomienda colocar la inflorescencia en una bolsa para separar la semilla y las impurezas; después colocar la semilla en bolsas de papel identificando la procedencia para luego almacenarse en un lugar seco.

9.2.2 Germinación de la semilla

La germinación de las semillas es un importante factor que determina el éxito o fracaso en la distribución de especies vegetales como el cortadillo, el cual es propagado fácilmente por medio de la semilla. La germinación es el proceso mediante el cual el embrión de una semilla, adquiere el metabolismo necesario para reiniciar el crecimiento y transcribir las porciones del programa genético que lo convertirán en una planta adulta (Camacho, 2000). El proceso de germinación está influenciado tanto por factores internos como externos. Dentro de los factores internos están la viabilidad del embrión, la cantidad y calidad del tejido de reserva y los diferentes tipos de dormancia. Algunos de los factores externos que regulan el proceso son: el grosor de la testa, disponibilidad de agua, oxígeno, temperatura y luz. La semilla de cortadillo presenta cierto grado de latencia debido a que posee bajos porcentajes de germinación, por este fenómeno las poblaciones naturales son bajas y por ende la propagación de las plantas para posibles reforestaciones debe realizarse en condiciones controladas (Zamudio, 2013; Juárez, 2014).

Bajo ese argumento se encuentra varios estudios entre los cuales se mencionan los siguientes:

Amador *et al.*, (2012) realizaron una investigación sobre el efecto de la temperatura en la germinación de la semilla de Cortadillo, bajo condiciones de laboratorio. Las pruebas de germinación de la semilla se desarrollaron en estufas a temperaturas de 25°C y 30°C, se evaluaron dos tratamientos con 5 repeticiones de 20 semillas cada uno, las semillas se colocaron en hojas de papel filtro húmedo en cajas Petri y se suministro agua cada tercer día para mantener la humedad en las semillas. Como resultado obtuvieron que la germinación disminuyó al aumentar de 25°C a 30°C, a una temperatura de 25°C las semillas de cortadillo presentaron su tasa máxima de germinación a los 11 o 13 días de haber sembrado mientras que a los 30°C las semillas expuestas a esa temperatura requirieron de cinco veces más tiempo para alcanzar su tasa máxima de germinación.

Las semillas de cortadillo a una temperatura de 25°C requirieron de 33 días para alcanzar el 94% de germinación, mientras que en ese mismo tiempo a una temperatura de 30°C la germinación fue de 13%, ese aumento de temperatura ocasionó que las semillas de cortadillo requiera de hasta 150 días para alcanzar un máximo de 83% de germinación. Con los resultados de este estudio se puede concluir que para el establecimiento de cortadillo en campo la temperatura del suelo para que se presente la regeneración natural debe ser menor que 30°C, tal que al ser mayor se tendría una germinación nula o tardaría más tiempo en germinar la semilla.

Por su parte Zamudio (2013) aplicó diferentes tratamientos físicos, mecánicos y químicos bajo condiciones de invernadero, con el propósito de romper la latencia de la semilla. Los tratamientos seleccionados fueron seis: T1 Testigo (sin tratamiento), T2 Escarificación con lija No. 36, T3 agua corriente por 48 horas, T4 Remojo en agua caliente a 60°C por 5 minutos, T5 Remojo en nitrato de potasio al 2% por 10 minutos, T6 Remojo en ácido sulfúrico a 100 ppm por 10 minutos. Las variables evaluadas en la presente investigación fueron: Germinación Estándar, Plántulas Normales, Plántulas Anormales, Semilla Sin Germinar, Longitud Media de la Radícula, Longitud Media de Plúmula, Primer Conteo y Índice de Velocidad de Emergencia, las variables se evaluaron durante 30 días. Encontrando que el mejor tratamiento fue el T3 Remojo en agua corriente por 48 horas. Para la variable Germinación Estándar el tratamiento remojo en agua por 48 horas fue el que presentó mejores resultados se deduce que el remojo en agua ablando la testa de la semilla, permitiendo la oxigenación de la misma y la entrada de agua así el interior, teniendo como resultado una germinación más rápida y eficiente, con este tratamiento se presentó el 80% de germinación. Para la variable Plantas Normales se consideró aquella que no presenta ninguna deformación planta y que cuente con todos los componente morfológicos necesarios para desarrollarse en campo, al igual el mejor tratamiento fue el T3, a diferencia de los demás presentó un 63% de plantas sanas, esta variable tiene correlación con la supervivencia y desarrollo de la planta en campo. Con respecto a la variable Semilla sin Germinar los tratamientos que presentaron los más altos valores

fueron: escarificación con lija presento un 64% de semillas sin germinar mientras que T6 y T1 presentaron un porcentaje de 53.33% y 49.33% de semillas sin germinar, este parámetro es muy importante porque nos indica que tratamiento puede dañar el embrión o puede beneficiarlo y se refleja en la calidad de planta

De la misma forma Juárez (2014), estudió el efecto de latencia en la semilla de cortadillo, bajo condiciones de laboratorio e invernadero, utilizando tratamientos físicos, químicos y mecánicos. Evaluó seis tratamientos: Testigo, Escarificación con lija numero 120, Remojo en agua potable por 48 horas, Remojo en agua potable a temperatura de 60°C por cinco minutos, Inmersión en Nitrato de potasio (KNO_3) al 0.2% por 10 minutos, Inmersión en Acido Sulfúrico (H_2SO_4) a 100 ppm. Las variables que evaluó fueron para Vigor de Semilla: Primer Conteo, Índice de velocidad de emergencia, Longitud de plúmula, Longitud de radícula, para Capacidad de Germinación; Plántulas normales, Plántulas anormales, Semillas sin Germinar, Germinación estándar. Bajo condiciones de laboratorio las semilla se sembraron en tacos de papel Anchor previamente humedecido con agua destilada, se colocaron en bolsas de plástico para después colocarse en cámaras de germinación con temperaturas de 25°C (+-1°C), por 21 días aplicando riego cada dos días. En condiciones de Invernadero se utilizaron charolas de 77 cavidades con sustrato Peat Moss, se depositò una semilla por cavidad y se aplicó riego cada dos días, la temperatura fluctuó entre 25°C y 30°C. Con respecto a la variable Plantas Normales el mejor tratamiento fue remojo en agua por 48 horas, para la condición de invernadero se obtuvo un 64% y bajo condiciones de laboratorio se obtuvo un 72%, se concluye que cualquier tratamiento que ayude a remover y ablandar la capa externa de la semilla es favorable. Para la variable Germinación Estándar para los dos ambientes el mejor tratamiento fue remojo en agua por 48 horas, en laboratorio se obtuvo un 90% e invernadero un 72%. La variable más importante para determina el vigor de la semilla es el Índice de Velocidad de Germinación e Índice de Velocidad de Emergencia, ya que refleja la fuerza que tendrá la planta para su establecimiento, bajo las condiciones de laboratorio en mejor tratamiento fue la escarificación con lija con 0.76 plantas

emergidas por día y para la condición de invernadero el tratamiento remojo en agua por 48 horas presento el mejor resultado con 0.35 plantas emergidas por día.

Con los resultados obtenidos de los estudios se concluye que las semillas de *Nolina cespitifera* Trel. requiere de un tratamientos pre-siembra para mejorar la uniformidad de germinación y obtener plántulas con mayor vigor para asegurar la supervivencia en campo. El mejor tratamiento para obtener el mayor porcentaje de germinación es el remojo en agua por 48 horas, con respecto al vigor de la planta el tratamiento escarificación con lija y remojo en agua por 48 horas obtuvieron el resultado más alto. La semilla de *Nolina cespitifera* Trel. presenta latencia exógena la cual se presenta en la parte externa de la semilla (testa), por lo que necesita un tratamiento previo para eliminar la dureza y la impermeabilidad de esta al agua, oxígeno y luz; por lo consiguiente la germinación será más rápida y con planta más vigorosas.

9.2.3 Siembra

Se han realizado varios estudios acerca de la producción masiva de la especie en vivero, Cano y Castillo (2005) evaluaron dos épocas de siembra en almácigos, en la primera época se obtuvo un porcentaje de germinación entre el 46% y 50% en los meses de agosto y septiembre, la segunda época se evaluó en los meses de marzo y abril con porcentaje de germinación que varia del 41% al 45%.

9.2.3.1 Siembra en almácigos

Para la siembra de las semillas de cortadillo se puede realizar en contenedores o almácigos. Se recomienda utilizar la semilla colectada el mismo año y con un grado óptimo de madurez fisiológica, además de que la semilla debe ser de condiciones ecológicamente similares. Para aumentar el porcentaje de germinación se recomienda remojar la semilla en agua por 48 horas, con

aplicación de un fungicida tiabendazol para la eliminación de hongos presentes con el fin de proteger a la semilla de enfermedades fúngicas. Se recomienda la aplicación de Biozyme o ácido giberélico a la semilla como estimulante al embrión para acelerar el tiempo de germinación y lograr mayor uniformidad (Castillo y Cano, 2005; Juárez, 2014).

Los viveros deben de tener almácigos fijos o móviles para producir plántulas con talla mínima de 10 cm. de altura para su posterior establecimiento en las planta-bandas. La superficie del almácigo debe tener como mínimo 1 metro cuadrado por cada 2500 plantas a producir, en decir una densidad de plantación de 2 cm. x 2 cm. Posteriormente las semilla se diseminan encima del almácigo y se cubren con una pequeña proporción de sustrato con un grosor máximo de 5 mm., la semilla debe quedar a una profundidad de 2 a 3 veces el grosor de la semilla. Cuando se termina esta actividad se aplica un riego saturado para favorecer la uniformidad de la humedad y que se fije el sustrato utilizado. La germinación de la semilla inicia aproximadamente a los 21 días después de la siembra, los días que tarde la semilla en germinar solo se aplica riegos someros para evitar que se deshidrate la semilla. Los almácigos (Figura 31) deben protegerse con una malla para evitar daños a la semilla por roedores y pájaros (Castillo y Cano, 2005; SCFI. 2014; Prieto *et al.*, 2012).



Figura 31. Almácigos fijos (Castillo y Cano, 2005).

9.2 3.2 Sustrato

Para la producción masiva de las plántulas de cortadillo se puede realizar en almácigos fijos o móviles (rústico de madera), con las siguientes características:

1. Almácigos móviles; deben aproximadamente tener 1 m² de superficie y de 15 a 30 cm. de alto, con perforaciones de drenaje de 2 a 10 mm. en su base o caras.
2. Almácigos fijos; estructuras con dimensiones uniformes, con un ancho máximo de 1 m. y paredes periféricas de más de 30 cm. de alto, para facilitar el drenaje del agua y prevenir posibles enfermedades fungosas y plagas en las semillas y plántulas, los almácigos se deben llenar de abajo hacia arriba con una capa baja de piedra o grava gruesa; una intermedia de gravilla o arena y una capa superior de 15 cm. de espesor de sustrato (SCFI, 2014). (Figura 32).



Figura 32. Almácigos fijos rústicos, ubicados el vivero del Ejido El Cercado, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 6 de enero 2016).

Los materiales utilizados para la preparación de sustratos para el llenado de almácigos deben tener un grosor igual o menor de 10 mm. La mezcla para el llenado de almácigos debe poseer una porosidad de aireación del 20 al 35% (Prieto *et al.*, 2012).

De igual forma Castillo y Cano (2005) recomiendan un suelo con alto contenido de materia orgánica y con buen drenaje, preferentemente utilizar suelos del hábitat natural del cortadillo, con la finalidad de garantizar un rápido desarrollo de la planta. (Figura 33).



Figura 33. Tierra de monte, sustrato que se utiliza en el vivero del Ejido El Cercado, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 6 de enero 2016).

De igual manera SCFI (2014), propone el uso de tierra de monte, aserrín, corteza de pino y gravilla roja en diferentes proporciones. Para una mezcla de 1350 ml. con una porosidad de aireación del 24% los sustratos deben de tener las siguientes proporciones: tierra de monte 50%, aserrín 25% y corteza de pino compostada 25%. El sustrato preparado debe utilizarse inmediatamente después de su preparación y en su caso, protegerlo con plásticos impermeables para evitar su deshidratación y posible contaminación.

9.2.3.4 Riego

Después de la germinación de la semilla, es necesario mantener la humedad del sustrato en el almácigo. La frecuencia de los riegos estará en función de la humedad relativa del ambiente, la temperatura, la fase de crecimiento de la planta y el medio de crecimiento. Durante la fase de establecimiento los riegos deben aplicarse en forma continua y ligera, en la etapa de crecimiento rápido los riegos deben aplicarse en forma más fuerte y a capacidad de campo, en la etapas de pre-acondicionamiento los riegos deben ser espaciados y a capacidad de campo. Se recomienda tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Evitar regar cuando las temperaturas son mayores 30°C.
- Aplicar un riego que rebase la capacidad de campo cada dos o tres semanas. Esto elimina la acumulación de sales y para uniformizar los riegos en caso de que hayan sido uniformes.
- Regar en la mañana o en la tarde, para aprovechar al máximo la humedad y evitar el viento.

El equipo de riego estará en función de la capacidad instalada del vivero. En caso de realizar el riego manualmente el área de producción debe contar con suficientes tomas de agua, mangueras y regaderas manuales de bastón con un mínimo de 20 orificios por cm², con la finalidad de que el riego sea uniforme en toda el área de producción (SEMARNAP, 1994; Castillo y Cano, 2005; Prieto *et al.*, 2012; SCFI, 2014).

9.2.3.5 Trasplante

Para el trasplante se puede utilizar envases de polietileno de 10 cm. de diámetro por 20 cm. de largo o bolsas de polietileno de color negro de 10 cm. de diámetro por 15 0 25 cm. de largo, utilizando sustrato con una porosidad de aireación del 15% al 35%, pH neutro, de preferencia suelos del hábitat natural de la planta. Para facilitar el trasplante del almácigo a los contenedores se recomienda lo siguiente:

- Aplicar al almácigo un riego para facilitar la extracción de la planta y evitar daños al sistema radical.
- La planta debe tener aproximadamente los 10 cm. de altura (6 a 8 meses).
- Colocar las plantas en recipientes con una solución de Propamocarb 2 ml/litro de agua, para prevenir enfermedades y deshidratación del sistema radical.
- Aplicar un riego a capacidad de campo para uniformizar la humedad en las bolsas o recipientes donde se trasplantará.
- Evitar que la raíz se doble al introducirla a la cavidad de destino.
- Comprimir el sustrato alrededor de la raíz, para no dejar bolsas de aire en la cavidad de destino. Con ello se evita la aireación y pudrición de la raíz.
- El cuello de la raíz de la plántula debe quedar a nivel del sustrato.



Figura 34. Planta de cortadillo lista para el trasplante (Castillo y Cano, 2005).

Concluido el trasplante se procede a acomodar las bolsas o recipientes en planta-bandas, cuidando que estas se mantengan en posición vertical durante todo el ciclo de producción, las bolsas se deben mantenerse llenas de sustrato o con una reducción máxima de 3 cm de profundidad. Antes de la plantación, las plántulas deben someterse a un periodo de lignificación mediante la disminución del riego y mayor exposición solar (SCFI, 2014)



Figura 35. Planta de cortadillo en bolsas de polietileno en el vivero del Ejido El Cercado, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 6 de enero 2016).

9.2.3.6. Manejo de planta en vivero

Además del riego, se deben realizar labores culturales como deshierbes periódicos tanto como las bolsas y los almácigos, para evitar la competencia por espacio, agua y nutrientes con las plántulas de cortadillo. Hasta el momento no existen registros de ningún tipo de plagas o enfermedades del cortadillo en vivero; sin embargo, se deben realizar inspecciones periódicas y en caso de presentarse alguna plaga o patógeno, aplicar algún producto o sacar las plantas enfermas del vivero de manera inmediata. (SEMARNAP, 1994)

9.2.3.7 Tiempo requerido para la producción de la planta

Para que la plantas alcancen las característica morfológicas de calidad que aseguran la supervivencia y desarrollo de la planta en campo, el ciclo de producción de *Nolina cespitifera* Trel. Varía de 1.5 a 2 años en vivero. Las plantas deben estar sanas o sin síntomas visibles de afectaciones por plagas o patógenos en su parte aérea, deben tener menos del 30% de follaje seco por efecto de lignificación inapropiada, riego deficiente u otras causas (SCFI, 2014; SEMARNAP, 1994). (Figura 35).



Figura 36. Planta de cortadillo lista para plantación, en el vivero del Ejido El Cercado, Saltillo, Coahuila. (Fotografía tomada por Leydi Recinos López, 6 de enero 2016).

X. ÁREAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES DEL CORTADILLO.

Cuando se hace referencia a áreas con potencial productivo es básicamente una zonificación, en la cual se divide áreas geográficas en unidades más pequeñas, que tienen características similares relacionadas con la aptitud del suelo, la producción potencial y el impacto ambiental (FAO, 1997). El propósito de zonificar radica en separar áreas con similares potencialidades y limitaciones para su desarrollo, dado que las áreas determinadas deberán reunir las condiciones agro-climáticas que las especies requieren para producir con buen potencial (Ruiz *et al.*, 1999).

Para determinar áreas potenciales para la producción de una especie se deben determinar los factores agroecológicos que se relacionan con la buena producción bajo condiciones naturales y ubicar las áreas que tengan similares o iguales características de productividad, esto dará la pauta para la toma de decisiones para el establecimiento de reforestaciones o plantaciones comerciales que aseguran la explotación del recurso con mayores beneficio económicos para

la población rural de las zonas áridas y semiáridas de esa región. (Martínez y Lara, 2003; Martínez y Castillo, 2007).

10.1 Características agro-ecológicas para determinar áreas potenciales de plantación de *Nolina cespitifera* Trel.

10.1.1 Factores climáticos

10.1.1.1 Precipitación media anual

La disponibilidad de agua es uno de los factores climáticos más importantes para determinar la distribución espacial de las especies vegetales, principalmente en zonas áridas y semiáridas es un factor limitante que controla la sobrevivencia y productividad de la planta. Aunque el cortadillo es una especie propia de zonas áridas, requiere un mínimo de precipitación, sobre todo en ciertas etapas de su desarrollo como es el caso de su establecimiento y adaptación. En áreas donde se localizan poblaciones naturales de cortadillo, la precipitación media anual varía entre 250 y 500 mm., bajo este rango se encuentra la región sureste de Coahuila que es la más importante en cuestiones de distribución y aprovechamiento de la especie. (García, 1981; Pinkava, 1984; Lane *et al.*, 1995; Torres, 1995; Allen *et al.*, 1998).

10.1.1.2 Temperatura media anual

El efecto de la temperatura actúa directa o indirectamente en la mayoría de los procesos fisiológicos de la planta. La temperatura influye también en la disponibilidad de agua y la distribución espacial y temporal de las especies vegetales, cada organismo tiene un rango de tolerancia para las altas y bajas temperaturas según sus mecanismos de adaptación, así mismo las plantas tienen un rango de temperatura óptimo para su crecimiento y reproducción, dependiendo principalmente de la especie, variedad y estado de desarrollo que se encuentre (Torres, 1995; Curt, 1999 a; Gliessman, 2000).

En las áreas de la región sureste del Estado de Coahuila, en poblaciones naturales de cortadillo que presentan indicadores de buen potencial productivo, la temperatura media anual varía en el rango de 18 y 22 °C (García, 1981; García y Celestino, 1999; Rzedowski, 2006).

10.1.2 Factores edáficos

Los factores edáficos como tipos de suelo, textura, profundidad, pedregosidad, pendiente, orientación de la pendiente, drenaje y algunas características químicas, son importantes en la productividad de las especies. Algunos de estos factores están relacionados con la disponibilidad de humedad, otros, con la disponibilidad de nutrientes, la aireación del suelo, la facilidad para la penetración de las raíces, las posibilidades de labranza y se encuentran asociados a características de adaptación propias de cada especie (Gliessman, 2000; FAO, 2000).

10.1.2.1 Tipos de suelo

El cortadillo en condiciones de buen potencial, predomina en suelos Xerosoles, aunque también se encuentra en menores proporciones en Litosoles, Rendzinas, Castañozem, Feozem y Luvisoles (Miranda y Hernández, 1963 Rzedowski, 1978; Pinkava, 1984; Castillo y Sáenz, 1993).

10.1.2.2 Textura de suelo

Este factor tiene influencia principalmente sobre el movimiento y la disponibilidad de humedad, la plasticidad, la facilidad para trabajar la tierra, la aireación del suelo y la disponibilidad de nutrientes. Para el caso del cortadillo, las texturas gruesas y medias son las más adecuadas por las buenas condiciones de drenaje que están presentes, así como de la disponibilidad de agua para la planta. En

la región sureste del Estado de Coahuila, el 85.8% de la superficie está cubierta con estas dos clases de textura (Curt, 1999 b; FAO, 2000; Gleissman, 2000).

Para condiciones más ventajosas en cuanto a cantidad de agua disponible para la planta y facilidad de labranza en plantaciones comerciales de alta productividad, se recomienda que los suelos sean de textura media (Martínez y Castillo, 2007)

10.1.2.3 Profundidad del suelo

Normalmente en poblaciones naturales donde el cortadillo se desarrolla con características de buen potencial, las áreas presentan suelos someros. Estas mismas condiciones no son aptas para otras especies, por lo cual, con fines de aprovechamientos se toman en cuenta las áreas con suelos pocos profundos.(Rzedowski, 2006; Martínez y Castillo, 2007).

10.1.3 Características químicas del suelo

Las propiedades químicas del suelo son: el pH, la salinidad, la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) principalmente, estas influyen en la fertilidad de los suelos, en la disponibilidad de los nutrientes, en la actividad de los microorganismos y en la solubilidad de minerales del suelo (FAO, 2000).

Según investigaciones realizadas por Martínez y Castillo (2007), señalan que algunos sitios donde crece el cortadillo con buen potencial productivo presentan las siguientes características.

En el Cuadro 4 se presentan resultados de laboratorio del análisis físico-químico de suelos de poblaciones naturales de Cortadillo que presentan indicadores de buen potencial productivo, las muestras se mostraron en Los Ranchos Carneros y Hedionda Grande.

Cuadro 4. Características químicas del suelo donde se distribuye naturalmente el cortadillo. (Martínez y Lara, 2007).

Características químicas del suelo	Sitios	
	Carneros	Hedionda Grande
N (ppm)	31.88	35.87
P (ppm)	2.2	2.64
K (ppm)	187.5	162.5
Ca (ppm)	2635	2623.7
Zn (ppm)	2.02	1.36
Cu (ppm)	0.88	0.48
C. E. (dS/m)	0.825	0.481
Ph	7.6	7.8

10.1.4 Factores topográficos

10.1.4.1 Altitud sobre el nivel del mar

Este factor se considera importante en la productividad y adaptación de la especie, dado que influye en la duración del día, la inclinación de los rayos solares y la cantidad de radiación solar recibida, los cuales tienen injerencia directa en los procesos fisiológicos de la planta. Las poblaciones naturales de cortadillo que se han identificado con características de buen potencial se localizan en altitudes entre los 1,400 y los 2,200 msnm. (Miranda y Hernández, 1963; Rzedowski, 1978; Pinkava, 1984; Castillo y Sáenz, 1993; Rzedowski, 2006; Martínez y Castillo 2007).

10.1.4.2 Pendiente

La pendiente del terreno es un factor que influye en las posibilidades de labranza, la erosión del suelo y el escurrimiento superficial, por lo cual, evita en gran manera el encharcamiento que para muchos vegetales, entre los que se encuentra el cortadillo, es nocivo para su desarrollo. Es además un factor importante para el manejo del cultivo y tiene una influencia primaria sobre la aptitud agrícola de la tierra (FAO, 2000). Para condiciones de producción con buen potencial, se ha observado que un rango óptimo es entre 4 y 18% de pendiente.

XI. CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones donde se desarrolla el cortadillo y en consideración al aprovechamiento que se la ha dado en los últimos años en la región sur de Coahuila se puede concluir lo siguiente:

El cortadillo es una especie forestal no maderable de gran potencial para el desarrollo económico de las comunidades rurales de las zonas áridas y semiáridas del sur del Estado de Coahuila, debido a que sus hojas y fibras tienen diversas características para usos diversos tales como la producción de celulosa y productos medicinales.

En el sur de Coahuila las poblaciones de cortadillo se han disminuido considerablemente debido a las intensas sequias de los últimos años, a las prácticas intensivas de pastoreo, a que no existe una época establecida para la recolección de la planta lo que conlleva a que no exista una regeneración que pueda asegurar la población.

El cortadillo es un cultivo alternativo de gran importancia en las zonas áridas y semiáridas del noreste del país, debido a que en estas regiones las condiciones climáticas son muy extremas, el cortadillo ha presentado una adecuada adaptación a las condiciones extremas de estas regiones.

XII. RECOMENDACIONES

Que se considere la realización de estudios botánicos y taxonómicos de la especie, ya que se desconoce en su totalidad las características botánicas de la misma.

Que se realicen estudios de las poblaciones naturales de cortadillo, para evaluar la regeneración natural y su potencial actual, para que se integren al aprovechamiento otros sitios donde se presente.

Que se realicen estudios de factibilidad económica del cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.) y se evalué la cadena productiva de este recurso, para mejorar las etapas de abastecimiento y procesado de la fibra, y asimismo determinar con mejores argumentos la obtención de productos y subproductos del mismo.

En base a la infraestructura y equipo que se tiene en las principales áreas de aprovechamiento se sugiere mejorar la maquinaria que se utiliza para el procesamiento de la fibra.

XIII. LITERATURA CITADA

- Alfred, B. W. 1950. Southwestern range plants. Sheep Goat Raiser Mag. 26 (6): 18.
- Allen, G. R., L. Pereira S., D. Raes and M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. FAO. Irrigation and Drainage Paper No. 56. Rome, Italy. [Fecha de consulta: 12 de mayo 2014]. Disponible en:
<http://www.fao.org/docrep/X0490E/X0490E00.htm#Contents>.
- Alvídrez V. E. (2006) Sistema agroindustrial cortadillo una opción para la generación de empleos, detener la desertificación y contrarrestar la migración en el desierto mexicano. Unidad de Gestión del Medio Ambiente Manuel Torres Valverde: Ciudad de Saltillo, México. En 2º Simp. Int. Sobre Desertificación y Migraciones. Almería, España. [Fecha de consulta: 10 de diciembre 2015]. Disponible en:
www.sidym2006.com/imagenes/pdf/ponencias/18_se.pdf
- Amador R., M. A., R. Velásquez V. y B. Sánchez T. 2012. Efecto de la temperatura en la germinación de cortadillo *Nolina cespitifera* Trel. Producción Agrícola-Agrofaz. 12 (4): 63-66.
- APG (Angiosperm Phylogeny Group). 1998. An ordinal classification for the families of flowering plants. Annals of the Missouri Botanical Garden. 85 (4): 531-553.
- APG II. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. Botanical Journal of the Linnean Society. 141 (1): 399-436.
- APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Botanical Journal of the Linnean Society. 161(1):105-121.
- Arredondo, V. D. 1981. Componentes de la vegetación del rancho demostrativo "Los Angeles". Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. 63 p.
- Benson L. and R. A. Darrow. 1954. The Trees and Shrubs of the Southwestern Deserts. The University Arizona Press. Tucson, Arizona. pp. 59-74.
- Bogler D. 1998. Nolinaceae. En: Kubitzki K. (Ed.), The families and genera of Vascular Plants. Volume III. Flowering Plants Monocotyledons: Liliaceae (except Orchidiaceae). Springer-Verlag. Berlín. pp. 392-396.

- Boswell, V. R. 1986. Que son las semillas y que hacen. In: Semillas. Departamento de Agricultura de Estados Unidos. CECSA. México, D.F. pp. 19-36.
- Brummitt R. K. 1992. Vascular Plant Families and Genera. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Burrows, G. E. and R. J. Tyrl. 2013. Toxic plants of North American. Wiley-Blackwell. Oxford. pp. 19-23.
- Camacho M., F. 2000. Dormición y quiescencia en el manejo de las semillas forestales. Gaceta de la Red Mexicana de Germoplasma Forestal. SEMARNAP. México, D. F. 4(1): 7-22.
- Castañeda, E. 1993. Contribución al conocimiento de la biología y aprovechamiento de *Yucca* spp. y *Nolina* spp. en México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 70 p.
- Castillo Q., D. y J. T Sáenz R. 1993. Aspectos ecológicos del cortadillo *Nolina spp* en el sur de Saltillo, General Cepeda y Parras De La Fuente, Coahuila. Folleto Técnico No. 4. INIFAP-CIRNE Campo Experimental "La Sauceda". Saltillo, Coah. 17 p.
- Castillo Q., D. 1994. Determinación del turno técnico de cortadillo, *Nolina cespitifera* Trel. En: Memoria Primer Simposio Internacional sobre Agavaceae Instituto de Biología UNAM. México, D.F. 51 p.
- Castillo Q., D. 1995. Establecimiento de plantaciones de cortadillo en la región ixtlera del sur del municipio de Saltillo, Coah. Resumen. En: Memoria del Taller de identificación de proyectos productivos para el Programa de Desarrollo Regional Sustentable de las Zonas Ixtleras y Candelilleras. CONAZA. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. 153 p.
- Castillo Q., D. y A. Cano P. 2005. Guía técnica para el establecimiento de plantaciones de cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.) para la producción de fibras duras en el estado de Coahuila. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Folleto Técnico Núm. 16. Coahuila, México. 23 p.
- Castillo Q., D., D. Ávila F., F. Castillo R., A. Antonio B., O. U. Martínez B. 2015. *Nolina cespitifera* Trel. Recurso forestal no maderable de importancia económica y social del noreste de México. Interciencia. 40(9): 611-617.
- Cervantes R., M. C. 2005. Plantas de importancia económica en zonas áridas y semiáridas de México. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Nacional Autónoma de México. D.F. México. 10 p.

- CONABIO. 2002. Sierra de Arteaga. En Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. [Fecha de consulta: 15 de diciembre 2015]. Disponible en:
<http://avesmx.conabio.gob.mx/verzona?tipo=aica&id=69>.
- CONAFOR. 2010. Manual básico de Prácticas de reforestación. 62 p. [Fecha de consulta: 10 de diciembre 2015]. Disponible en:
<http://www.conafor.gob.mx/BIBLIOTECA/MANUALPRACTICASDEREFORSTACION.PDF>.
- CONANP. 2014. Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida de competencia de la Federación con la categoría de Reserva de la Biosfera “Desierto Semiárido de Zacatecas”, ubicada en el estado de Zacatecas. 303 p.
- Cronquist A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Columbia University Press, Nueva York.
- Curt F., de la M. M. D. 1999 a. El clima y la planta. En: Enciclopedia práctica de la agricultura y la ganadería. Océano-Centrum. España. pp. 37-32.
- Curt F., de la M. M. D. 1999 b. El suelo. En: Enciclopedia práctica de la agricultura y la ganadería. Océano-Centrum. España. pp. 53-72.
- Dice, J. C. 1988. Systematic Studies in the *Nolina bigelovii*-*N. parryi* (Nolinaceae) Complex. Tesis de Maestría. San Diego State University. San Diego. 203 pp.
- Donati, D. 2011. Una nuova specie appartenente al genere *Nolina* Michx: *Nolina azuogladia* D. Donati sp. nov. Piante Grasse. Italia. pp. 52-58.
- Douglas E., J. 1982. Programas de Semillas: Guía de Planeación y Manejo. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 358 p.
- Encinas D., J. A., A. Zarate L., E. Estrada C., J. Valdez. R. y J. A. Villarreal Q. 2009 Composición y Aspectos Estructurales de los Bosques de Encino de la Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. Acta Botánica Mexicana. 86 (1): 71-108.
- Engler A. 1888. Liliaceae. En: Engler A. y Prantl K. Eds. *Die Natürlichen Pflanzenfamilien T2, Ab5*. Wilhelm Engelmann, Leipzig. pp. 10-91.

- Espejo-Serna, A. y A. R. López-Ferrari. 1996. Las Monocotiledóneas Mexicanas. Una Sinopsis Florística. 1. Lista de Referencia. Parte VI. Dioscoreaceae a Nolinaceae. Consejo Nacional de la Flora de México-Universidad Nacional Autónoma Metropolitana Iztapalapa-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.
- Estrada C., E., L. Scott M., J. A. Villarreal Q., E. Jurado Y., M. Cotera C., C. Cantú A. y J. García P. 2010. Clasificación de los pastizales halófilos del noreste de México asociados con perrito de las praderas (*Cynomys mexicanus*): diversidad y endemismo de especies. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 81 (1): 401-406.
- FAO. 1997. Zonificación agro-ecológica. Guía general. Boletín de suelos de la FAO no. 73. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO. Roma, Italia. 94 p.
- FAO, IUSS Grupo de Trabajo WRB. 2007. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma.
- FAO. 2000. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Boletín de Tierras y Aguas de la FAO No. 8. FAO. Roma, Italia. 220 p.
- Feuchter A., F. R. 2001. Cultivos alternativos de diversificación y reconversión productiva para los distritos de riego y temporal en México *En*: Listado de especies halófitas y eurihalinas con potencial productivo. Universidad Autónoma Chapingo. Centro Regional Universitario del Noroeste, Cd. Obregón, Sonora, México.
- FJpower. 2014. Nolina. [Fecha de consulta: 15 de diciembre 2015]. Disponible en: <http://fjpower.forumgratuit.org/t1982-nolina>.
- García de M., E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificaciones climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana, instituto de geografía, UNAM. México, D.F. 252 pp.
- García V., M. y E. Celestino M. 1999. Guía para el establecimiento de plantaciones de cortadillo. INIFAP-CIRNE. Campo experimental Saltillo. Técnico Núm. 7. Coahuila, México. 16 p.
- García M., A., E. Solano y M. Rivera L. 2012. *Nolina excelsa* (Nolinaceae) una especie nueva del estado de Oaxaca, México. *Botanical Sciences*. 90 (1): 21-25.
- Gliessman, R. S. 2000. Agroecology: Ecological processes in sustainable agricultura Lewis Publishers. CRC Press LLC. USA. 357 p.

- González M., F. 2012. Las zonas áridas y semiáridas de México y su vegetación. SEMARNAT. México. 53-105 pp.
- Granados-Sánchez, D., A. Sánchez-González, R. Granados V. y A. Boja M. 2011. Ecología de la vegetación del Desierto Chihuahuense. Ciencias Forestales y del Ambiente. 17(1): 111-131.
- Hess, W.J. 2002. *Nolina* Michaux. En: Flora of North América. Editorial Committee. Eds. Flora of North América. Volumen 26, Magnoliophyta; Liliidae; Liliales and Orchidales. Oxford University Press. Nueva York. pp. 415-421.
- Hess, W. J and J. C. Dice.1995. *Nolina cismontana* (Nolinaceae), a New Species Name for an Old Taxon. Novon. 5 (2): 162-164.
- Hochstatter F. 2010. Il Genere/The Genus *Nolina* (Nolinaceae).Gli Speciali di Piante Grasse. Associazione Italiana Amatori delle Piante Succulente, Bologna.
- Hochstätter F. 2013. *Nolina pollyjeanniae* a new species from Oklahoma. Acta succulenta. 1(1): 4-7.
- INEGI. 2004. Guía para la Interpretación de la Cartografía Edafología.[Fecha de consulta: 12 de abril 2015]. México. Disponible en: www.inegi.gob.mx
- Juárez D., A. 2014. Eliminación de la latencia en semillas de cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.), bajo condiciones de laboratorio e invernadero, utilizando tratamientos físicos, químicos y mecánicos. Tesis de maestría en Tecnología de Granos y Semillas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 90 p.
- Krause K. 1930. Liliaceae. En: Engler A. y Prantl K. Eds. *Die Natürlichen Pflanzenfamilien Band 15a*. Wilhelm Engelmann, Leipzig. pp. 227-386.
- Kearney, T. H. and R. H. Peebles.1960. Arizona Flora. University of California Press. Los Ángeles, California. pp. 62-203.
- Kim, J. H., D. Kim, F. Forest, M. F. Fay and M. K. Chase M. W. 2010. Molecular phylogenetics of Rusceae sensu lato and related families (Asparagales) based on plastid and nuclear DNA sequencs. Annals of Botany. 106 (1): 775-790.
- Kingsbury, J. N. 1964. Poisonous Plants of US and Canadá Prentice Hall Biological Science Series, USA.
- Lane J. L., T. E. Hakonson and K. V. Bostick. 1995. Applications of the water balance approach for estimating plant productivity in arid areas. In: General Technical Report INT-GTR-315. USDA Forest Service. USA. p: 335-338.

- LGDFS. 2015. Ley General de Desarrollo forestal Sustentable (LGDFS) publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de febrero de 2003 con su última reforma el 26 de marzo de 2015. Artículos del 97 al 100. [Fecha de consulta: 12 de diciembre 2015] Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/259_260315.pdf
- Little, E. L. 1968. A Guide to the Native of New México and Arizona, Southwestern Trees. U.S. Departamento of Agriculture. Washington. pp. 26-31.
- López S., A. 2012. El endemismo en las Liliopsida mexicanas. Acta Botánica Mexicana. 100 (1):195-257.
- Marroquín, J. S. 1974. Vegetación Florística del Nordeste de México. I. Aspectos Sinicológicos del Estado de Coahuila. I Symposium on the Biological Resources of the Chihuahua Desert Region, U.S and Mexico. Memoria Pub. Esp. No. 10, Sul Ross State University en Alpine, Texas.
- Marroquín de la F., J. S., G. Borja L., R. Velázquez C. y J. A. Cruz C. 1981. Estudio ecológico dasonómico de las zonas áridas del norte de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Publicación especial Núm. 2. México, D. F. 166 p.
- Martínez B., O. U. y G. J. Lara G. 2003. Potencial productivo de áreas de temporal en el Estado de Coahuila. Una propuesta de conversión productiva. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Publicación Especial Núm. 1. Coahuila, México. 89 p.
- Martínez B., O. U. y D. Castillo Q. 2007. Identificación de sitios para plantaciones de Cortadillo *Nolina cespitifera* Trel. en el sureste de Coahuila. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Folleto Técnico Núm. 34 Coahuila, México. 38 p.
- Michaux A. 1803. Flora Boreali American. Volumen 1. Caroli Capprelet. Paris. 207-208 pp.
- Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Fisiografía y vegetación. En: Las zonas áridas del centro y noreste de México. Ed. IMRNR. México, D.F. 1-27 p.
- Mittermeier, R. A. y Goetsch, C. 1997. Megadiversidad: Los países biológicamente más ricos del mundo. Cemex, Ciudad de México.
- Nakai T. 1943. Ordines, Familiae, Tribi, Genera, Sectiones. Novis edita. Appendix. Quaestiones characterium naturalium plantarum. *Chosakuronbun Mokuroku* 226 p.

- Pinkava, D. J. 1984. Vegetation and flora of the Bolson of Cuatro Ciénegas Region, Coahuila, México: IV. Summary, endemism and corrected catalogue. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science*. 19 (1):23-47.
- Pinkava, D. J. y J. A. Villarreal Q. 1997. Cuatro Ciénegas Región México. *The Americas*. 3(1):166-161.
- Pinkava, D. J. y J. A. Villarreal Q. 2003. Cuatro Ciénegas Región México. En *Centres of Plants Diversity. The Americas. Middle America Caribbean Islands*. [Fecha de consulta: 12 de diciembre 2015]. Disponible en: <http://botany.si.edu/projects/cpd/ma/ma-carib>.
- Prieto R., J. A., J. L. García R., J. C. Monárrez G. y R. E. Madrid A. 2012. Producción de plantas del genero *Pinus*. Folleto técnico Núm. 50. Campo Experimental Valle del Guadiana. INIFAP. Durango, Durango. 23 p.
- Reyes B., Z. 2002. Ecología de la Semilla *Nolina parviflora* (H. B. K) Hemsl. (Nolinaceae). Tesis Profesional. Departamento de Forestal, Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México. 52 p.
- Reyes S., J. 2006. Conservación y Restauración de Cactáceas y otras Plantas Suculentas Mexicanas. Comisión Nacional Forestal. México, D.F. 101 p.
- Rivera L., M. y E. Solano. 2012. Fascículo 99: NOLINACEAE Nakai. En *Flora del Valle de Tehuacán- Cuicatlán*. Universidad Nacional Autónoma de México. D.F., México. pp. 1-68.
- RLGDFS, 2014. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de febrero de 2005, en su última reforma el 31 de octubre de 2014. Artículos del 53 al 61. [Fecha de consulta: 12 de diciembre 2015]. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGDFS_311014.pdf
- Rojas M., P. 1965. Generalidades sobre la vegetación del estado de Nuevo León y datos acerca de su Flora. Tesis doctoral. Departamento de biología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de México. 124 p.
- Romahn de la Vega, C. F. 1992. Principales productos forestales no maderables de México. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. 250 p.
- Ruiz C., J. A., G. Medina G., I. J. González A., C. Ortiz T., H. E. Flores L., R. Martínez P. y K. F. Byerly M. 1999. Requerimientos agroecológicos de cultivos. Libro Técnico No. 3. SAGAR-INIFAP-CIR del Pacífico Centro. México. 324 p.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Ed. Limusa. México. D. F. 432 p.

- Rzedowski, J. 1998. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. En: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.) Diversidad biológica de México: Orígenes y distribución. Instituto de Biología, UNAM, México, pp. 129-145.
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1ª Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504 p.
- Sáenz R., J. T. y D. castillo Q. 1991. Efecto de corte en la recuperación del cortadillo *Nolina cespitifera* Trel. Informe Técnico. INIFAP-CIRNE-Campo Experimental "La Saucedá". Saltillo, Coahuila.
- Sáenz R., J. T. y D. Castillo Q. 1992. Guía para la evaluación del cortadillo en el Estado de Coahuila. Folleto Técnico No. 3. INIFAP-CIRNE-Campo Experimental "La Saucedá". Saltillo, Coahuila. 13 p.
- Sánchez C., J. 1981. La palmilla (*Nolina* spp.): una planta de interés económico. Ciencia Forestal. 6 (31): 3-17.
- SCFI. 2014. Norma Mexicana NMX-AA-170-SCFI-2014. Certificación de la Operación de Viveros Forestales Diario Oficial de la Federación el 22 de septiembre de 2014. 172 p. [Fecha de consulta: 12 de diciembre 2015]. Disponible en: <http://certificadoramexicana.com/documentos/NMX-AA-170-SCFI-2014.pdf>
- SEMARNAP. 1994. Curso Internacional de Entrenamiento en Viveros y Reforestación en México. Morelia, Michoacán. 120 p.
- SEMARNAT. 1997. Norma Oficial Mexicana NOM-007-SEMARNAT-1997. Establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento transporte y almacenamiento de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas. Diario Oficial de la Federación el 23 de abril de 2003. 9 p. [Fecha de consulta: 12 de diciembre 2015]. Disponible en: <http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3306/1/nom-007-semarnat-1997.pdf>.
- SEMARNAT. 2003. Manual que establece los Criterios Técnicos para el Aprovechamiento Sustentable de Recursos Forestales no Maderables de Clima Árido y Semiárido. 107 p. [Fecha de consulta: 10 de diciembre 2015]. Disponible en: http://centro.paot.org.mx/documentos/semarnat/Manual_Clima_arido.pdf.
- SEMARNAT. 2009. El medio ambiente en México 2009: en Resumen. 51 p. Fecha de consulta: 10 de diciembre 2015]. Disponible en: http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/01_informes/en_resumen_2009.pdf.

- SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre 2010. 1-78 p. [Fecha de consulta: 10 de diciembre 2015]. Disponible en:
http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM_059_SEMARNAT_2010.pdf
- Shantz, H. L. 1956. History and problems of arid lands development. En: G. F. White (ed.). The Future of Arid Lands. American Association for the Advancement of Science. Washington 43: 3-25.
- Standley, P. C. 1920. Trees and Shrubs of México. Contributions from the United States National Herbarium. 23: 94-97.
- Torres R., E. 1995. Agrometeorología. 1ª ed. Ed. Trillas. México. 154 p.
- Torres E., L. M., D. Castillo Q. y J. A Prieto R. 2012. Metodología para el establecimiento y manejo de unidades productoras de germoplasma de cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.). En: Memoria de la VII Reunión Nacional de Innovación Forestal. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Querétaro. 159 p.
- Trelease W. 1911. The desert group Nolineae. Proceedings of the American Philosophical Society. 50: 404-443.
- Vargas H., J. J., B. Bermejo V. y F. Thomas L. 2004. Manejo de Recursos Genéticos Forestales. Segunda edición. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México y Comisión Nacional Forestal, Zapopan, Jalisco. 177 p.
- Vásquez P., F. 2005. Inducción del crecimiento de cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.) mediante la aplicación de fitorreguladores. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. 63 p.
- Velázquez, M. A. 1980. Aprovechamiento de la palmilla *Nolina* sp. en el noreste del estado de Sonora. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México. 54 p.
- Verhoek S. y Hess W.J. 2002. Agavaceae Dumortier. En: Flora of North America Editorial Committee. Eds. Flora of North America. Volume 26 Magnoliophyta: Liliidae: Liliales and Orchidales. Oxford University Press, Nueva York. pp. 413-465.
- Villarreal Q., J. A. 1994. Flora vascular de la Sierra de La Paila, Coahuila. México. Sida 16(1): 109-138.

- Villarreal Q., J. A. 2001. Listados Florísticos de México. XXIII Flora de Coahuila. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F. 138 p.
- Villarreal Q., J. A. y E. Estrada C. 2008. Listados Florísticos de México. XXIV. Flora de Nuevo León. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F. 153 p.
- Walker C., C. 2001. *Nolina*. En: Eggl U. Ed. Illustrated Handbook of Succulent Plants: Monocotyledons. Springer-Verlag. Berlin. pp. 291-292-
- Welsh, S. L., N. Atwood D. and J. L. Reveal. 1975. Endangered, Threatened, Extinct, Endemic, and Rare or Restricted UTAH Vascular Plants. The Great Basin Naturalist. 35(4): 356-357.
- William, R. L. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales. Estudio FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) Montes 20/2. Para el Centro de Semillas Forestales de DANIDA. Roma. 501 p.
- Zamudio R., G. 2013. Utilización de Tratamientos Físicos, Químicos y Mecánicos en la Eliminación de la Latencia de Semillas de Cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.) Bajo Condiciones de Invernadero. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. 43 p.