

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



**INDUCCIÓN DEL CRECIMIENTO DE CORTADILLO  
(*Nolina cespitifera* Trel.) MEDIANTE APLICACIÓN DE  
FITORREGULADORES.**

Por:

**FRANCO VÁZQUEZ PÉREZ**

**T E S I S**

Presentada como requisito parcial para  
obtener el título de:

**INGENIERO FORESTAL**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Octubre de 2005

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

Inducción del crecimiento de cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.) mediante  
la aplicación de fitorreguladores.

Por:

**FRANCO VÁZQUEZ PÉREZ**

**TESIS**

Presentada como requisito parcial para  
obtener el título de:

**Ingeniero Forestal**

**APROBADA**

---

Asesor principal  
M. C. Melchor García Valdés

---

Coordinador de la División de Agronomía  
M. C. Arnoldo Oyervides García

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Octubre de 2005

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

Inducción del crecimiento de cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.)  
mediante la aplicación de fitorreguladores.

Por:

**FRANCO VÁZQUEZ PÉREZ**

Que somete a consideración del Comité de Tesis como requisito  
parcial para obtener el título de:

**Ingeniero Forestal**

**APROBADA**

---

Asesor principal

M. C. Melchor García Valdés

---

Asesor

M. C. Armando Nájera Castro

---

Asesor

ING. Sergio Braham Sabag

---

Asesor suplente

M. C. Luis Morales Quiñones

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Octubre de 2005

## *AGRADECIMIENTOS*

- ❖ A dios. Por darme la vida y la oportunidad de vivir, por poner en mi camino a personas con las que puedo contar en los momentos difíciles de mi vida.
- ❖ A mi “Alma Mater”. La Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”; por abrirme sus puertas durante toda mi formación profesional, y por darme las herramientas y conocimientos necesarios para triunfar en la vida.
- ❖ Al M.C. Melchor García Valdés por su apoyo incondicional para la realización de este trabajo; por compartir sus conocimientos y experiencias.
- ❖ Al M.C. Armando Nájera Castro por su apoyo en la revisión y corrección de este documento.
- ❖ Al IGN. Sergio Braham Sabag por la revisión de este trabajo.
- ❖ Al M. C. Luis Morales Quiñones por su participación en este trabajo.
- ❖ A mi amigo Cesario Vásquez Pérez, por su amistad incondicional en las buenas y en las malas durante mi estancia en la universidad ¡Gracias!
- ❖ A mis compañeros de la generación XCIX de la carrera de ingeniero forestal.
- ❖ A mis compañeros y amigos de cuarto del módulo 6. Enrique De la Cruz, Emmanuel Ríos y Noé Martínez (joven) por brindarme su amistad y compartir momentos.

- ❖ A mis amigos Auner, Obdulio, Enoc, Neider y Audenal por haber compartido momentos malos y buenos en nuestra estancia en saltillo y en la Univerisidad.
  
- ❖ A los viveristas Cristóbal y don toño por haberme ayudado en los trabajos de vivero.

## *DEDICATORIAS*

### **A mi Madre:**

La señora Rosa Pérez Santizo. Por darme la vida y guiarme por el camino correcto, por darme la confianza de seguir adelante luchando por conseguir las cosas que quiero, por ser la persona a quien mas amo, admiro y respeto en esta vida y a quien debo todo lo que soy. Eres la mejor madre del mundo para mí y mis hermanos. ¡Gracias!

### **A mis abuelos:**

Señor Santos Pérez Velázquez y señora Angelina Santizo Morales. Por albergarme en su familia, por sus consejos, por los desvelos y preocupaciones y por enseñarme a trabajar ¡los quiero mucho!

### **A mis hermanos:**

Anael, Otoniel, Reynahú, Eduardo y Fredman; por ser un aliciente y por apoyarme en todos los momentos importantes de mi vida.

### **A mis tíos y tías:**

Profesor Noé y Wilfrido Pérez Santizo, al igual que a la profesora Patricia y señora Loida Pérez Santizo por sus consejos y apoyo moral y económico durante el transcurso de mi carrera. Y en general a toda la familia "Pérez Santizo" ¡Gracias!

## INDICE DE CONTENIDO

	<b>Página</b>
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	iv
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	iv
<b>RESUMEN</b> .....	vi
<b>I. INTRODUCCION</b> .....	1
1.1 Objetivo general .....	4
1.2 Objetivos específicos.....	4
1.3 Hipótesis .....	4
<b>II. REVISION DE LITERATURA</b> .....	5
2.1. Descripción del género <i>Nolina</i> .....	5
2.2. Aspectos ecológicos .....	8
2.3. Utilización de <i>Nolina</i> spp .....	11
2.4. Distribución del género <i>Nolina</i> .....	14
2.5. Descripción de <i>Nolina cespitifera</i> Trel .....	15
2.5.1. Clasificación.....	15
2.5.2. Aspectos ecológicos .....	16
2.6. Distribución en el Estado de Coahuila.....	17
2.7. Método de aprovechamiento .....	18
2.7.1. Obtención de la fibra .....	19
2.7.2. Producción y comercialización .....	21
2.7.3. Aspectos socioeconómicos .....	22
2.7.4. Usos.....	23
2.8. Fitorreguladores .....	24

2.8.1. Auxinas.....	24
2.8.2. Características principales de las auxinas .....	26
2.8.3. Función de las auxinas.....	27
2.8.4. Tipos de auxinas .....	27
2.8.5. Importancia de las auxinas.....	28
2.8.6. Giberelinas.....	29
2.8.7. Tipos de giberelinas .....	30
2.8.8. Función de las giberelinas .....	30
2.9. Elementos nutritivos y fertilizantes.....	32
2.10. Funciones generales de los macroelementos primarios (N, P, K).....	33
2.10.1. Nitrógeno.....	33
2.10.2. Fósforo .....	33
2.10.3. Potasio .....	34
2.11. Descripción de los fertilizantes utilizados.....	35
2.11.1. Biozyme TF (regulador de crecimiento vegetal) .....	35
2.11.2 Foltron plus.....	36
2.11.3. Grofol 20-30-10.....	37
2.11.4. Peters professional .....	38
2.11.5. Osmocote 18-6-12.....	38
2.12. Medio de cultivo .....	39
2.13. Descripción de los sustratos utilizados .....	40
2.13.1. Peat-moss .....	40
2.13.2. Perlita .....	41
2.13.3. Vermiculita.....	42

<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	44
3.1. Ubicación del área de estudio .....	44
3.2. Materiales utilizados.....	44
3.3. Colecta de semilla .....	45
3.3.1. Germinación de la semilla .....	45
3.4. Actividades realizadas en el invernadero .....	46
3.5. Actividades realizadas en vivero.....	47
3.5.1. Preparación y aplicación de las dosis de fertilizantes...	47
3.5.2. Mediciones .....	48
3.6. Diseño experimental.....	49
3.6.1. Tratamiento de los datos .....	49
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSION</b> .....	50
4.1. Altura.....	50
4.2. Grosor de la planta.....	52
4.3. Número de hojas .....	53
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	56
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	58
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	59
<b>APÉNDICE</b> .....	63

## INDICE DE CUADROS

	<b>Página</b>
1.- Materiales utilizados .....	44
2.- Medias generales de la variable altura de cortadillo.....	51
3.- Medias generales de la variable grosor de la planta de cortadillo .....	52
4.- Medias generales de la variable número de hojas de cortadillo .....	54

## INDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
1.- Asociación de <i>Nolina</i> con pastizal y pinos. ....	10
2.- Distribución de <i>Nolina cespitifera</i> en el estado de Coahuila. 17	17
3.- Aprovechamiento de la planta de cortadillo en campo.....	19
4.- Enteriado de las hojas de <i>Nolina</i> después del corte en campo. ....	20
5.- Secado al aire libre de la hoja de <i>Nolina</i> en el patio de concentración. ....	21
6.- Despunte y dimensionado del cortadillo. ....	22
7.- Producto final de la fibra de <i>Nolina</i> . ....	24
8.- Gráfica de la variable altura, resultado de las medias de cada tratamiento .....	51
9.- Gráfica de la variable grosor de la planta, resultado de	

las medias de cada tratamiento .....	53
10.- Gráfica de la variable número de hojas, resultado de las medias de cada tratamiento .....	55

## **RESUMEN**

El presente trabajo se realizó durante cinco meses y medio en las instalaciones del vivero de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, con la finalidad de evaluar la fertilización foliar en cortadillo para reducir el tiempo en vivero de esta planta; utilizando cuatro tipos de fertilizantes foliares (Biozyme TF, Grofol, Foltron plus y Peters), utilizando como medio de cultivo peat-moss, vermiculita y perlita en bolsas de 10 cm de diámetro X 15 cm de altura.

Después de haber realizado el análisis de varianza para cada variable, los resultados no detectaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para ninguna variable (altura, grosor de la planta y número de hojas).

Aunque estadísticamente no hubo diferencias significativas, si hubo diferencia numéricamente, probablemente a que la fertilización debió hacerse por la tarde para que la planta pudiera aprovechar los nutrientes.

Numéricamente la fertilización con Foltron plus fue el que tuvo mayor efecto en la variable grosor; la fertilización con Grofol obtuvo mayor incremento para la variable número de hojas, mientras que para la variable altura la fertilización con Biozyme TF fue el que

causó mayor efecto; cabe mencionar que el testigo fue el que menor incremento registró en todas las variables al final del experimento.

## I INTRODUCCIÓN

México se encuentra dentro de la zona de los grandes desiertos del mundo, lo que da como resultado que de la superficie del territorio mexicano 80 millones de hectáreas, o sea el 40 % del mismo corresponden a zonas áridas y semiáridas, localizadas en la parte norte del país en dos áreas, que forman los desiertos sonorenses y chihuahuenses (Sánchez, 1981).

Las Zonas Áridas y Semiáridas de México poseen dentro de su vegetación un gran número de géneros, especies y variedades con productos cuya comercialización en muchos de los casos representan la fuente principal de ingresos para los habitantes de estas zonas; sin embargo, el desconocimiento de las cualidades y características específicas de algunas de esas plantas han evitado su plena o adecuada utilización encontrándose que en muchas ocasiones, llegan a una sobre explotación del recurso.

En estas zonas desérticas prospera un gran número de especies vegetales, con un gran potencial económico y que, desafortunadamente solo a algunas de ellas se les ha dado atención (Sánchez, 1981).

Las condiciones climáticas y edáficas imperantes en las zonas semidesérticas del estado de Coahuila hacen que los cultivos sean de subsistencia y de bajo rendimiento, por lo que el aprovechamiento de los recursos forestales no maderables constituyen una alternativa para aumentar los ingresos económicos de los habitantes que se dedican a la recolección de diversas especies vegetales, entre ellas el cortadillo (*Nolina cespitifera*. Trel).

El cortadillo es uno de estos recursos forestales no maderables de gran importancia para las familias del medio rural en el sureste de los estados de Coahuila y Nuevo León, así como en el noreste del estado de Zacatecas, debido a que a través de su aprovechamiento, genera una fuente de ingresos económicos para el sustento familiar. De este recurso se obtiene una fibra que se utiliza como materia prima en la elaboración de diversos productos como escobas, discos de fibra para barredoras mecánicas y cartuchos de explosivos, elaboradas en empresas regionales bien establecidas ubicadas en los municipios de Cadereyta de Jiménez, N. L. y Monterrey N. L. que abastecen al mercado nacional e internacional, exportando a E. U. A. principalmente y a otros países como Alemania y Australia. Por lo anterior el aprovechamiento del cortadillo en esta región tiene varias décadas de realizarse, caracterizándose las áreas productoras por una baja regeneración natural de la planta, originado principalmente por el sobre pastoreo, las condiciones climáticas adversas y a la presión de corte continuo sin dejar recuperar la planta, ocasionando

que los productores se trasladen a lugares alejados para obtener la fibra, y que a su vez han inducido la escasez del recurso, lo cual ha permitido el cambio del uso del suelo y alteración de los factores bióticos y abióticos, propiciando la presencia de incendios, erosión, plagas y enfermedades, afectando una superficie potencial de 20,000 has (García, 1999).

### **1.1. Objetivo general**

Optimizar el tiempo de aprovechamiento y los costos de operación, para incrementar la factibilidad financiera de las plantaciones de cortadillo.

### **1.2. Objetivos específicos**

- ◆ Reducir en un 50% el tiempo de vivero requerido, para trasplantar el cortadillo en campo.

### **1.3. Hipótesis**

Ho: Existen diferencias entre los tratamientos de fertilización foliar.

Ha: No existen diferencias entre los tratamientos de fertilización foliar.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Descripción del género *Nolina*

El género *Nolina* esta formada por plantas monocotiledóneas de clima semidesértico de la familia *Liliaceae*, cuyas hojas poseen hasta 48 % de fibras duras, y por ende, un alto contenido de celulosa; el número de especies descritas y establecidas en México de este género es variable y numeroso, aunque, Duisberg y Hay en 1971, citados por Velázquez M., A. (1980) consideran que las mas importantes por su abundancia, contenidos en aceite, proteína y sapogenina en sus semillas, y porcentajes de fibras en sus hojas son *Nolina microcarpa*, *Nolina texana* y *Nolina durangensis*, sobresaliendo las dos primeras en la obtención de fibras (Romahn, 1992).

El cortadillo es una planta arbustiva perenne, con tronco leñoso, frecuentemente muy dilatado en su base de dos a cuatro metros de altura su inflorescencia; sus hojas son numerosas, estrechamente lineares, rígidas, caídas, finamente aserradas y mas finas en plantas jóvenes.

La inflorescencia es una panícula racimosa compuesta que nace sobre un tallo herbáceo desnudo; las ramas principales de la panícula están subtendidas por brácteas deltoides atenuadas y los

pedúnculos están unidos cerca de la base; el perianto es pequeño, persistente, con seis divisiones y segmento uninervado; las flores poseen seis estambres de filamentos cortos, delgados y un poco dilatados en la base; el ovario es sésil o corto estipitado, profundamente trilobulado con estilo muy corto o virtualmente ausente con dos óvulos en cada lóculo. El fruto es una cápsula de paredes delgadas frecuentemente irregular y dehiscente, con una semilla por lóculo, globosa u oblonga, ligeramente coloreada y arrugada; la planta se regenera por brotes de yema (Romahn, 1992).

Perigonios acampanados o rotados, pequeños, con 6 tépalos cortos o redondeados, estambres 6, con la base de los filamentos unidos al ovario; ovario trilocular, con dos óvalos en cada cavidad; fruto capsular, plantas leñosas, arbustivas de troncos escamosos, ramosos o no, con las hojas agudas aserradas en el margen, agrupadas en el extremo del tronco o las ramas, flores agrupadas en panículas amplias (Gloria, 1997).

(Trelease 1911, citado por Velázquez 1980) considera 29 especies del género *Nolina* para los Estados Unidos y México, y 17 de estas especies se distribuyen en México, las especies mencionadas por Trelase para el país son: *Nolina pumila*, *N. humilis*, *N. hartwegiana*, *N. watsoni*, *N. affinis*, *N. erumpens*, *N. compacta*, *N. cespitifera*, *N. palmeri*, *N. microcarpa*, *N. durangensis*, *N. elegans*, *N.*

*rigida*, *N. bigelovii*, *N. beldingi*, *N. beldingi deserticota* y *N. altamiranoana*.

Standley (1920), menciona 17 especies de *Nolina* para la Republica Mexicana, que se encuentran distribuidas en 13 estados, las especies y los estados en donde se reportaron se mencionan a continuación: *Nolina pumila* (Nayarit), *N. juncea* (Zacatecas), *N. humilis* (S.L.P), *N. watsoni* (S.L.P.), *N. affinis* (Chihuahua y Sonora), *N. erumpes* (Chihuahua), *N. cespitifera* (Coahuila), *N. palmeri* (Baja California), *N. microcarpa* (Chihuahua y Sonora), *N. durangensis* (Durango y Chihuahua), *N. elegans* (Zacatecas), *N. rigida*, *N. bigelovii* (Sonora y Baja California), *N. nelsoni* (Tamaulipas), *N. beldingi* (Baja California), *N. parviflora* (Veracruz, Puebla, Estado de México), *N. longifolia* (Oaxaca y Puebla).

(Rose 1905, citado por Velázquez 1980), menciona una especie de *Nolina* para el Valle de México, que es *Nolina altamiranoana*.

Benson y Darrow (1954), reportan 3 especies para las zonas áridas del sureste de los Estados Unidos, las cuales son *Nolina bigelovii*, *N. bigelovii* var. *Parryi* y *N. microcarpa*.

Kearney y Peebles (1960), mencionan 4 especies de *Nolina* para el estado de Arizona, U.S.A., y 3 para el norte de México, que son:

*Nolina texana*, *N. microcarpa*, *N. bigelovii*, *N. parryi*, las tres primeras para el norte de México (Sonora y Chihuahua).

Shreve y Wiggins (1964), mencionan 7 especies para las zonas áridas del estado de Sonora, que son: *N. bigelovii*, *N. parryi*, *N. beldingii* var. *Deserticota*, *N. matapensis*, *N. microcarpa*, *N. palmeri* var. *Palmeri* y *N. texana* var. *Compacta*.

Rojas (1965), reporta para el estado de Nuevo León a *Nolina cespitifera*.

## **2.2. Aspectos ecológicos**

Rzedowski (1962), muestra la existencia de una correlación evidente entre la distribución de un elemento endémico y el clima árido de México, el citado autor indica que de los 967 géneros descritos para México por Standley, 93 son endémicos de las regiones áridas, y 113 de zonas semiáridas. El género *Nolina* se encuentra en estos grupos y esencialmente como xerophyta.

El género *Nolina* es una planta de distribución restringida, y su participación en la vegetación es en general, poco significativa (Rzedowski, 1978).

(Trelease 1911, citado por Velázquez 1980) menciona que los cuatro géneros *Nolina*, *Dasyllirion*, *Beaucarnea* y *Calibanus* del grupo *Nolineae* forman un grupo natural que muchos botánicos han considerado un singular nombre genérico, y están consideradas entre las plantas características de las áreas templadas y secas como elementos principales. Su centro de distribución es evidentemente sobre planicies templadas de México, en las cuales están representados estos géneros, y dentro de las cuales confina la mayoría de estas especies.

(Botkin 1943, citado por Velázquez 1980) menciona que el género *Nolina* crece en grandes manchones sobre colinas gravosas y arenosas, en las llanuras altas y laderas de las montañas.

Los géneros *Nolina* y *Dasyllirion* se presentan frecuentemente en comunidades típicas de pastizales en lugares secos, pero son más abundantes donde los suelos están relativamente sombreados, asociados también con *Yucca elata* y *Yucca baccata* en zonas de transición entre matorral y pastizal (Kearney y Peebles, 1960).

Rojas (1965), en su estudio de la vegetación del estado de Nuevo León menciona al género *Nolina* en un tipo de vegetación denominado matorral esclerófilo sub-perennifolio con *Quercus-Cercocarpus-Cowania*, llamado Western Montane Chaparral por Muller (1939), encinar arbustivo por Rzedowski (1978) y chaparral por Miranda y

Hernández X. (1963). Se distribuye en las partes altas, en altitudes que varían de 2000 a 2400 msnm.

Aguirre, (1974), reportan el genero *Nolina* en tres tipos de pastizal, que son el mediano abierto, el mediano arbosufrutescente y el amacollado arbosufrutescente y también en el matorral micrófilo subinermes. Es decir, se le encuentra desde los pastizales de planicies y lomeríos suaves, hasta las laderas al pie de las sierras, pasando por las asociaciones de encino-enebro, hasta las de pino-encino.



Figura 1. Asociación de *Nolina* con pastizal y pinos (García, 1999).

Es un grupo xerofítico o semi-xerofítico presente en diversos tipos de vegetación asociada a diferentes especies, habiéndose reportado en pastizales de planicies y lomeríos, hasta las laderas al pie de la sierras, pasando por las asociaciones de encino-enebro, hasta las de pino-encino, considerándose como elementos endémicos de las zonas áridas y semiáridas. Así, se ha reportado en los

pastizales mediano abierto, mediano arbosufrutescente; en el matorral micrófilo subinérme, en el matorral esclerófilo subperennifolio, en comunidades abiertas y muy abiertas de encino seco siempre verde. Los géneros a los que usualmente esta asociada son: *Dasyllirion*, *Yucca*, *Agave*, *Acacia*, *Prosopis*, *Fouqueria*, *Cercocarpus* y *Quercus*; los suelos donde se desarrolla son de colinas gravosas y arenosas, llanuras altas y laderas de las montañas (Romahn, 1992).

### **2.3. Utilización de *Nolina* spp**

Al examinar las posibilidades de las plantas de las zonas áridas y semiáridas, se observa que se han desarrollado y se han hecho mejoramientos para crear nuevas cosechas que servirán como fuente especial de aprovechamiento industrial (Velázquez, 1980).

Así tenemos que la palmilla o hierba del oso (Beargrass), *Nolina microcarpa* se comenzó a utilizar desde la década de los 50's por los pobladores de las regiones áridas y semiáridas como sustituto de escobas de paja y para la elaboración de canastas. Cada planta de *Nolina* rinde de 14 a 34 Kg. de hoja verde.

(Botkin 1943, citado por Velázquez 1980) menciona que el rendimiento de hoja verde de *Nolina* en Nuevo México, U.S.A., es de 10 toneladas por acre.

(Botkin 1945, citado por Velázquez 1980) menciona que las hojas de *Nolina* contienen cerca del 43% de fibra, consecuentemente este material no puede ser clasificado como un alimento importante.

*Nolina texana* es comestible para el ganado, pero no se clasifica como importante, ya que éste solamente come el pasto que crece en los alrededores de la planta y partes tiernas de esta, evadiendo las partes gruesas y rugosas de la planta (Cruse, 1949).

La palmilla ha servido como un recurso de emergencia para alimento de ganado durante las épocas de sequía; la forma de proporcionarla al ganado es recién cortada, desmenuzada y humedecida y suministrarla directamente o bien puede ser ensilada (Allred, 1950).

A este respecto Kearney y Peebles (1960), hacen mención que en algunas ocasiones ha resultado ser tóxica para el ganado caprino y bovino; tal parece que esto se debe al consumo de las yemas florales, flores y fruto, que provocan la degeneración de las grasas y albúminas en el hígado, riñones y el hinchamiento de estos órganos.

El daño se manifiesta por una ictericia general, pérdida de apetito y debilitamiento progresivo, llegando a ocasionar la muerte de los animales en casos extremos, siendo mas susceptibles los ovinos y caprinos, que los vacunos (Sánchez y Zerecero, 1980).

Las hojas de la *Nolina texana* tienen alto contenido de celulosa y contienen cerca del 48% de fibra cruda (Botkin, 1945), y han sido usadas para la fabricación de escobas fuertes para barredoras urbanas; aparentemente también pueden utilizarse para la elaboración de tejidos y canastas; las plantas son cortadas desde la base y después secadas y atadas en bultos y en esta condición son puestas a la venta. El aprovechamiento por los pobladores locales es mas dedicado a la elaboración de escobas, pero debido al alto contenido de celulosa se espera que se encuentren otros usos para este material (Cruse, 1949).

Por otro lado, Jones y Earle (1966), en un estudio de análisis químico de semillas para determinar el contenido de aceites y proteínas, encontraron en las semilla de *Nolina durangensis* un 14.4 % de aceites y un 23.3 % de proteínas, lo que hace pensar en el aprovechamiento de esta parte de la planta.

(Wall 1961, citado por Velázquez 1980) en un estudio de contenido de sapogeninas esteroidales en semillas de tres géneros, encuentran en la semilla de *Nolina texana* un contenido de 1.8 % de sapogeninas no identificadas, lo que permite pensar en el uso medicinal.

Duisberg y Hay (1971), hacen un resumen de botánica económica para las regiones áridas, citando una lista de especies de

estas regiones con sus usos actuales y posibles en el futuro, apoyados en los estudios de otros autores. El resumen para el género *Nolina* queda como sigue:

Nombre científico	Usos
<i>Nolina durangensis</i>	Semilla, aceites, proteínas.
<i>Nolina microcarpa</i>	Hojas, frutos escobas y barredoras.
<i>Nolina texana</i>	Celulosa, fibras-papel duro, escobas, material para cestos, medicina con sapogeninas esteroideas, hojas.

Ochoa (1979), establece que en México y particularmente en el noreste del estado de Sonora, las especies mas abundantes y comercialmente utilizables para la industria de la fibra son *Nolina microcarpa* y *Nolina texana*.

#### **2.4. Distribución del género *Nolina***

El género *Nolina* posee una distribución sumamente amplia en nuestro país, ya que se ha reportado poblaciones de esta planta desde el paralelo 16°00' N hasta el 32°43' N en Baja California Norte y entre los meridianos 95°00' a 116°00' de longitud Oeste, en los Estados de Sonora, Chihuahua, Baja California Norte, Coahuila, Tamaulipas, Nayarit, San Luis Potosí, Zacatecas, Veracruz, Puebla, Oaxaca, Nuevo León y México (Romahn, 1992).

## **2.5. Descripción de *Nolina cespitifera*. Trel**

Nombre común: cortadillo, zacate cortador, zacate armazón, zacate de aparejo.

Longevidad: perenne.

Origen: nativa.

Distribución: se encuentra en Coahuila, Zacatecas y Nuevo León (Arredondo, 1981 y Rojas 1965).

El cortadillo es el nombre con el que comúnmente se conoce a la especie de *Nolina cespitifera*. Trel, pertenece a la familia *Agavacea* y se describe como una especie arbustiva perenne con hojas lineares flexibles, aglomeradas hacia el extremo de las ramas o troncos. Flores pequeñas blancas, dispuestas en panículas amplias con seis sépalos ovales redondeados, hojas de 6 a 10 milímetros de ancho y una altura de planta de aproximadamente 1.20 metros; su época de floración es de mayo a junio (García, 1999).

### **2.5.1. Clasificación**

De acuerdo con Villarreal (1999) el cortadillo se clasifica como sigue:

Reino: Metaphyta.

División: Magnoliophyta.

Clase: Liliopsida.

Orden: Agavales.

Familia: Agavaceae.

Género: *Nolina*.

Especie: *cespitifera*.

### **2.5.2. Aspectos ecológicos**

El cortadillo se desarrolla principalmente sobre los suelos superficiales con abundante pedregosidad, de textura migajón arcillosa y arcillo arenosa, principalmente en unidades de suelos Litosol y Rendzina y en menores proporciones Castañozem, Feozem, Xerosoles y Luvisoles.

Las poblaciones naturales de cortadillo están ubicadas dentro de los climas secos: Bw muy secos o desértico y Bs seco o estepario cuyas fórmulas climáticas son BwKw" (e), BsoKw" (e), BS1 Kw" (e). La temperatura media anual donde se distribuye varía de 12° a 22° centígrados y la precipitación promedio anual varía de 200 a 500 milímetros. Se localiza en diferentes tipos de vegetación con mayor o menor dominancia en cada uno de ellos, siendo los característicos el matorral desértico rosetófilo, izotal, en el área de transición entre el izotal y el pastizal natural y bosque de pino (García, 1999).

## 2.6. Distribución en el Estado de Coahuila

En el estado de Coahuila se ha detectado al norte en pequeña escala, en el municipio de Zaragoza, en el Bolsón de Cuatro Ciénegas así como en la Sierra de la Paila, en el municipio de Ramos Arizpe; en la zona sureste se localiza en los municipios de Arteaga, Saltillo, General Cepeda y Parras de la Fuente; este ultima es la región más importante por la magnitud de su producción, dado que la mayoría de las poblaciones naturales de cortadillo se encuentran ampliamente distribuidas en esta región con una superficie potencial de 10 mil hectáreas y con una posibilidad anual de producción de 1,550 toneladas de fibra (García, 1999).



Figura 2. Distribución de *Nolina cespitifera* en el estado de Coahuila (García, 1999).

## **2.7. Método de aprovechamiento**

García (1999) menciona que el tiempo necesario para el aprovechamiento de una plantación de cortadillo, es de ocho años iniciada la reproducción de planta, debido a que la planta requiere dos años de vivero y seis de campo para obtener las condiciones de aprovechamiento.

La organización para la obtención de la palmilla en el campo se realiza a través del establecimiento de campamentos en las áreas de corta, en periodos de dos a tres meses; el corte se realiza con una hoz a una altura de 8 a 10 cm de la base de la planta y con ella se van formando bultos (tercios) de aproximadamente 30 Kg. La selección del área de corta se realiza en base en la abundancia de la planta o en el antecedente de un área de corta anterior con esas características en un periodo de recuperación de 18 a 24 meses.

Una vez realizada la corta y conformación de los tercios se inicia el arrime de estos, hasta la orilla de alguna de las brechas que existan en la zona, en donde se conforman un verdadero patio de carga longitudinal denominado "bancal"; de estos sitios de carga se transporta en camiones a las plantas procesadoras que reciben el nombre genérico de palmilleras. En las áreas palmilleras es posible encontrar existencias reales totales / ha de hoja que van desde los 6

hasta 23 toneladas /ha y no existe un periodo definido para la corta, pudiendo realizar esta durante todo el año (Romahn, 1992).



Figura 3. Aprovechamiento de la planta de cortadillo en campo (García, 1999).

### **2.7.1. Obtención de la fibra**

Los tercios son depositados en patios de almacenamiento, en donde se procede al desatado de los tercios y a la clasificación de la palmilla en clases: de primera o de segunda, según la consistencia de ésta, guiándose por el color, de tal manera que la verde intenso se clasifica en la primera clase y la pardusca en la clase segunda; se separan y se hacen tercios mas pequeños, de 8 a 10 kg para facilitar el corte. Una vez clasificada y enterciada, la palmilla se sujeta a un despunte y a un dimensionado, siendo las medidas convencionales de 40, 45 y 50 cm; las puntas se consideran desperdicio y constituyen un 40 % de la hoja recibida. El siguiente paso es el desfibrado, que se realiza en desfibradoras eléctricas de construcción rustica; constan

de un cilindro de madera o metal con clavos descabezados y un plano superior entre los cuales se introduce la palmilla para su operación.



Figura 4. Enterciado de las hojas de *Nolina* después del corte en campo (García, 1999).

Las fibras obtenidas en la desfibradora son trasladadas a un patio, en el cual existen tendederas de alambre a alturas aproximadas de 50 cm, sobre las cuales es extendida horizontal y uniformemente la fibra, apoyada sobre 3 o 4 hilos para su secado al aire libre; se voltea y cambia de posición periódicamente para obtener una aireación y resultados uniformes; esta fase, en días soleados y vientos moderados dura de 14 a 48 horas.



Figura 5. Secado al aire libre de la hoja de Nolina en el patio de concentración (García, 1999).

Una vez seca la fibra, pasa a la fase de embalaje; aquí mediante prensas manuales o automáticas, se forman pacas de 75 a 80 kg, las cuales se atan sin cobertura alguna con dos hilos de fleje para pacas, se etiquetan con el peso y la clase y quedan listas para su comercialización. En casos especiales, como el de pedidos de palmilla para escobillones de barredoras mecánicas, ésta no se dimensiona ni se desfibra, sino que únicamente se despunta, se seca y se embala (Romahn, 1992).



Figura 6. Despunte y dimensionado del cortadillo (García, 1999).

### **2.7.2. Producción y comercialización**

El 90 % de la producción de fibra de palmilla, básicamente se exporta a los Estados Unidos; 2 % a la república de Panamá y solo el 8% se demanda en el mercado interno, principalmente en el Estado de Baja California Norte, Sonora y Sinaloa. Los precios de venta a los consumidores son sumamente variables, con diferencias hasta del 100 %, debido a la inestabilidad del mercado exterior y a que la comercialización se realiza básicamente con Estados Unidos, aunque se prevén nuevas perspectivas de mercados en Japón, Francia y otros países de Europa, que sin duda significará incrementos en la producción y precios más justos en la venta de la fibra (Romahn, 1992).

La producción de la fibra de la palmilla debido a la inestabilidad del mercado, disponibilidad de mano de obra para el trabajo en el campo y al hecho de la no incorporación de áreas de corta al aprovechamiento, no ha seguido una tendencia homogénea, de tal suerte que en los años 1978, 79 y 80's fue de 2200,3000 y 2282 toneladas, respectivamente (Romahn, 1992).

### **2.7.3. Aspectos socioeconómicos**

La palmilla, al igual que otras especies de las que se obtienen productos forestales no maderables tiene posibilidades, en su aprovechamiento e industrialización, de generar empleos y beneficios económicos al amplio estrato de la población marginada de nuestro país, y constituir una actividad económica complementaria, que permita la obtención de mejores condiciones de vida (Romahn,1992).

### **2.7. Usos**

La palmilla se aprovecha en México desde hace mas de veinte años; se utiliza básicamente en la obtención de fibras para la fabricación de escobetillas, escobas y escobillones de barredoras mecánicas, aunque 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 saponinas esteroidales de su semilla (Romahn, 1992).



Figura 7. Producto final de la fibra de *Nolina* (García, 1999).

La fibra también es usada para la fabricación de cestos, sombreros, abanicos, mecate, cordelería y artesanías (Arredondo, 1981).

## **2.8. Fitorreguladores hormonales**

Los fitorreguladores hormonales son aquellos compuestos orgánicos capaces de intervenir en el metabolismo, y que actúan en muy pequeñas concentraciones para activar o deprimir algún proceso del desarrollo. Por lo común, las hormonas se desplazan en el interior de la planta, de el lugar de producción a su sitio de acción (Hill, 1977).

En las plantas existen cinco grupos hormonales: Auxinas, Giberelinas, Etileno, Citocininas e inhibidores. Aunque cada hormona

tiene un efecto específico en la planta, los procesos del desarrollo dependen de la acción del grupo hormonal, la cual va a determinar la germinación, floración y desarrollo en general (Rojas, 1975).

### **2.8.1. Auxinas**

La existencia de auxinas fue demostrada por F. W. Went en 1928 mediante un sencillo e ingenioso experimento, que consiste a grandes rasgos en lo siguiente: a varias plántulas de avena recién brotadas del suelo se les cortaba la punta, que contiene una vainita llamada coleóptilo; después del corte, la planta interrumpía su crecimiento. Si a alguna planta decapitada se le volvía a colocar la puntita, se notaba que reanudaba su crecimiento, indicando que en la punta de las plántulas de avena existía una sustancia que la hacía crecer. La manera en que las auxinas hacen crecer a la planta es por medio del aumento del volumen celular provocado por absorción de agua.

El nombre auxina significa en griego "*crecer*" y es dado a un grupo de compuestos que estimulan la elongación. El ácido indolacético (IAA) es la forma predominante, sin embargo, evidencia reciente sugiere que existen otras auxinas indólicas naturales en plantas. La auxina es miembro de un grupo de hormonas vegetales; son sustancias naturales que se producen en las partes de las plantas en fase de crecimiento activo y regulan muchos aspectos del desarrollo vegetal. Afectan al crecimiento del tallo, las hojas y las

raíces y al desarrollo de ramas laterales y frutos. Las auxinas influyen en el crecimiento de estos órganos vegetales estimulando la elongación o alargamiento de ciertas células e inhibiendo el crecimiento de otras, en función de la cantidad de auxina en el tejido vegetal y su distribución (<http://www.monografias.com/trabajos10/auxinas/auxinas.shtml>).

En la actualidad se piensa que la auxina actúa sobre el DNA, teoría que toma base en diversos hechos experimentales, pero cuyo determinismo no está dilucidado. Algunos autores lo explican como una acción desrepresora de ciertos genes por la auxina, la represión sería causada por la formación de un complejo DNA-histona y la auxina actuaría disociándolos; otros autores creen que actúa sobre el RNA, adhiriéndose en un locus particular de la cadena, así que el IAA tendría valor informativo en la síntesis de enzimas y proteínas (Rojas, 1975).

### **2.8.2. Características Principales de las auxinas**

Aunque la auxina se encuentra en toda la planta, las más altas concentraciones se localizan en las regiones meristemáticas en crecimiento activo. Se le encuentra tanto como molécula libre o en formas conjugadas inactivas. Cuando se encuentran conjugadas, la auxina se encuentra metabólicamente unida a otros compuestos de bajo peso molecular. Este proceso parece ser reversible. La

concentración de auxina libre en plantas varía de 1 a 100 mg/kg peso fresco. En contraste, la concentración de auxina conjugada ha sido demostrada en ocasiones que es sustancialmente mas elevada. Una característica sorprendente de la auxina es la fuerte polaridad exhibida en su transporte a través de la planta. La auxina es transportada por medio de un mecanismo dependiente de energía, alejándose en forma basipétala desde el punto apical de la planta hacia su base. Este flujo de auxina reprime el desarrollo de brotes axilares laterales a lo largo del tallo, manteniendo de esta forma la dominancia apical. El movimiento de la auxina fuera de la lámina foliar hacia la base del peciolo parece también prevenir la abscisión (<http://www.monografias.com/trabajos10/auxinas/auxinas.shtml>).

### **2.8.3. Función de las auxinas**

Las funciones de las auxinas son las siguientes:

1. Dominancia apical
2. Aumentar el crecimiento de los tallos
3. Promover la división celular en el cambium vascular y diferenciación del xilema secundario
4. Estimular la formación de raíces adventicias
5. Estimular el desarrollo de frutos (partenocárpicos en ocasiones)
6. Fototropismo
7. Promover la división celular
8. Promover la floración en algunas especies

9. Promover la síntesis de etileno (influye en los procesos de maduración de los frutos).

10. Favorece el amarre y la maduración de los frutos

11. Inhibe la abscisión ó caída de los frutos

([http://perso.wanadoo.es/pedrogruen/hormonas\\_vegetales\\_y\\_reguladores.htm](http://perso.wanadoo.es/pedrogruen/hormonas_vegetales_y_reguladores.htm)).

#### **2.8.4. Tipos de auxinas**

Ácido indolacético (AIA)

Ácido Naftilacético (ANA)

Ácido indolbutírico (AIB)

([http://perso.wanadoo.es/pedrogruen/hormonas\\_vegetales\\_y\\_reguladores.htm](http://perso.wanadoo.es/pedrogruen/hormonas_vegetales_y_reguladores.htm)).

#### **2.8.5. Importancia de las auxinas**

El efecto de la auxina sobre las células vegetales es importante para controlar las funciones llamadas tropismos. Se llama tropismo a la respuesta de una planta a estímulos externos y causa el cambio de la dirección de crecimiento; los tropismos se materializan en inclinaciones, giros o curvaturas del tallo. Cuando una planta de interior se coloca en una ventana soleada, parece inclinarse hacia la luz; esta respuesta al estímulo luminoso se llama fototropismo. Se cree que la luz destruye la auxina del tallo y provoca así un desequilibrio, de manera que la concentración de la hormona es mayor en la cara no iluminada. Al recibir más auxina, las células de

este lado más oscuro se alargan más que las del soleado y hacen que la planta se incline hacia la luz (<http://www.monografias.com/trabajos10/auxinas/auxinas.shtml>).

El ácido indolacético, la auxina más común, se suele formar cerca de los brotes nuevos, en la parte superior de la planta, y fluye hacia abajo para estimular el alargamiento de las hojas recién formadas. Los científicos han obtenido compuestos químicos, llamados estimulantes del crecimiento, basados en las auxinas naturales. Estas sustancias sintéticas, que se aplican en forma de aerosol o de polvo, se usan para frenar el brote de los ojos o yemas de las papas almacenadas, para destruir las malas hierbas de hoja ancha y para evitar la caída prematura de frutos y pétalos de flores; las sustancias de crecimiento se usan también para obtener frutos sin semillas, como tomates, higos y sandías, y para estimular el crecimiento de las raíces en los esquejes (<http://www.monografias.com/trabajos10/auxinas/auxinas.shtml>).

#### **2.8.6. Giberelinas**

Las giberelinas son fitohormonas que fueron en principio aisladas de un hongo *Gibberella fujikurio*, pero hoy se sabe que forman parte del equipo regulador del desarrollo de las plantas superiores; se han identificado muchos compuestos del mismo tipo general, que se designan con el nombre de giberelina.

En la actualidad se han aislado cuando menos 74 clases de giberelinas, ninguna planta tiene todas las giberelinas, pero toda planta gimnosperma o angiosperma tiene una o varias de ellas; las giberelinas son compuestos isoprenoides que se supone fundamentalmente procedan del ácido mavalónico (Rojas, 1975).

Entre los fenómenos que permitieron descubrir a la giberelina, está el alargamiento de tallo, que es una elongación extrema de entrenudos sin aumento de su número en plantas no ramificadas; en este caso, este alargamiento es debido a la vez al crecimiento de la cantidad y tamaño de las células, en plantas ramificadas el efecto es parecido, pero disminuye el número de ramificaciones (Acta, 1973).

### **2.8.7. Tipos de giberelinas**

Existen varios tipos de giberelinas, siendo los más comunes: GA<sub>1</sub>, GA<sub>3</sub>, GA<sub>4</sub>, GA<sub>7</sub> y GA<sub>9</sub>.

### **2.8.8. Función de las giberelinas**

Las funciones que llevan a cabo en la planta, se pueden resumir en los siguientes puntos:

1. Incrementan el crecimiento en los tallos

2. Interrumpen el período de latencia de las semillas, haciéndolas germinar y movilizan las reservas en azúcares
  4. Inducen la brotación de yemas
  5. Promueven el desarrollo de los frutos
  6. Estimulan la síntesis de mRNA (RNA mensajero)
- ([http://perso.wanadoo.es/pedrogruen/hormonas\\_vegetales\\_y\\_reguladores.htm](http://perso.wanadoo.es/pedrogruen/hormonas_vegetales_y_reguladores.htm)).

El ácido giberélico GA3 fue la primera de esta clase de hormonas en ser descubierta. Las giberelinas son sintetizadas en los primordios apicales de las hojas, en puntas de las raíces y en semillas en desarrollo. La hormona no muestra el mismo transporte fuertemente polarizado como el observado para la auxina, aunque en algunas especies existe un movimiento basipétalo en el tallo. Su principal función es incrementar la tasa de división celular (mitosis); además de ser encontradas en el floema, las giberelinas también han sido aisladas de exudados del xilema, lo que sugiere un movimiento más generalmente bidireccional de la molécula en la planta ([http://www.efn.uncor.edu/dep/biologia/intrbiol/auxinas.htm#Table Contents](http://www.efn.uncor.edu/dep/biologia/intrbiol/auxinas.htm#TableContents)).

Otro de los efectos notables que se observa en plantas enanas que normalmente tienen entrenudos muy cortos y son a menudo muy ramificadas; con la aplicación de giberelinas en las dosis

convenientes se transforman de variedades enanas en plantas absolutamente idénticas a las variedades normales (Acta, 1973).

La actividad enzimática resultante de las giberelinas no se debe a la liberación de enzimas de alguna forma de conjugación sino al incremento de la actividad celular, debido a la formación de nuevas enzimas (Marcus, 1971).

Una de las teorías sostiene que las giberelinas tienen relación con la síntesis del mensajero RNA, dirigida por el DNA, en el núcleo; en la actualidad, se cree que las giberelinas modifican el RNA producido en los núcleos, y así puede este ejercer su control sobre la expansión celular, así como sobre otras actividades de crecimiento y desarrollo vegetal (Weaver, 1976).

## **2.9. Elementos nutritivos y fertilizantes**

Existe desacuerdo sobre cuales son los elementos verdaderamente esenciales para el crecimiento de las plantas; el carbono, hidrógeno y oxígeno forman la mayor parte del peso de las plantas, y se obtienen directamente del dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y el agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) cuya disponibilidad no está generalmente limitada, excepto en terrenos anegados o muy secos. Los elementos nutritivos se denominan en macro o micro elementos, dependiendo de que las

plantas utilicen mayores o menores cantidades (Tisdale y Nelson, 1982, citado por Mendoza 2004).

Domínguez (1997) menciona que los elementos nutritivos pueden clasificarse atendiendo a diferentes criterios; el más frecuente es aquel que responde a la cantidad utilizada por la planta y frecuencia con que en la práctica es necesaria su aportación a los cultivos, así se tiene:

- a) Macroelementos primarios: nitrógeno, fósforo y potasio.
- b) Macroelementos secundarios: azufre, calcio y magnesio.
- c) Microelementos: hierro, cobre, zinc, manganeso, molibdeno, boro y cloro. Son elementos que se absorben por la planta en cantidades mínimas, con las que quedan cubiertas sus necesidades.

Domínguez (1997) señala que en esta clasificación quedan bien destacados como macroelementos primarios, los tres elementos nutritivos bases de la fertilización: nitrógeno, fósforo y potasio.

## **2.10. Funciones generales de los macronutrientes primarios (N, P, K)**

### **2.10.1. Nitrógeno**

(Alpi y Tognoni 1999, citado por Mendoza 2004) mencionan que el nitrógeno es un constituyente esencial de todos los tejidos vegetales, ya que es un mineral absorbido por las plantas en mayor cantidad; les da a las plantas un color verde oscuro y las hace más succulentas, también hace que las células sean mayores con paredes celulares más delgadas; además de fomentar el desarrollo vegetativo e impulsa la formación del follaje de buena calidad facilitando la producción de carbohidratos. La fertilización con nitrógeno incrementa la capacidad de intercambio de cationes de la raíz de la planta, y por consiguiente hace que sea más eficaz para la absorción de otros nutrientes.

### **2.10.2. Fósforo**

(Alpi y Tognoni 1999, citado por Mendoza 2004) mencionan que el fósforo desempeña un papel importante en las transformaciones de energía, división celular, respiración, fotosíntesis y participa en el metabolismo de las grasas y proteínas. Su función es fundamental en el metabolismo energético, y su efecto más evidente se observa sobre el sistema radicular de la planta, al fomentar la formación de raíces

laterales y fibrosas, lo que aumenta la superficie de absorción de nutrientes; además, hace mayor la resistencia a las enfermedades de las plantas. Este elemento participa en el proceso de la reproducción y la constitución del material genético de la planta.

### **2.10.3. Potasio**

(Tisdale y Nelson 1982, citado por Mendoza 2004) mencionan que el potasio es un elemento mineral muy importante, ya que incrementa la eficacia de la hoja para elaborar azúcares y almidón, ayuda a mantener la permeabilidad de la célula, ayuda al traslado de lugar a los carbohidratos y hace que el fierro sea más móvil en la planta. Aumenta la resistencia de las plantas a las enfermedades; es un activador de muchas de las enzimas que activan los aminoácidos y la síntesis de las proteínas; impulsa la división celular normal en los tejidos meristemáticos jóvenes y además neutraliza el exceso de nitrógeno y ayuda a la planta a utilizar la humedad del suelo de manera más ventajosa.

Domínguez (1997) menciona que el potasio permanece en estado iónico en la planta, equilibrando aniones; ejerce la función como osmorregulador disuelto en el jugo celular, favorece la fotosíntesis y tiene un papel activo en el transporte de las sustancias formadas en dicha reacción.

## **2.11. Descripción de los fertilizantes utilizados**

### **2.11.1. Biozyme TF (regulador de crecimiento vegetal)**

#### Composición porcentual

Ingredientes activos	porcentaje en peso.
Micro elementos .....	1.86 %
(equivalente a 19.34 g/l).	
Manganeso (Mn) .....	0.12 %
Zinc (Zn) .....	0.37 %
Fierro (Fe) .....	0.49 %
Magnesio (Mg) .....	0.14 %
Boro (B).....	0.30 %
Azufre (S) .....	0.44 %
Extractos de origen vegetal y fitohormonas	
Biológicamente activas .....	78.87 %
Giberelinas.....	32.2 ppm
(Equivalente a 0.031 g/l)	
Ácido indolacético .....	32.2 ppm
(Equivalente a 0.031 g/l)	
Zeatina.....	82.2 ppm
(Equivalente a 0.083 g/l)	
Ingredientes inertes	
Diluyentes y acondicionadores .....	19.27
Total .....	100 %

### **2.11.2. Foltron plus**

Fertilizante foliar (suspensión acuosa).

Composición porcentual.

Ingredientes activos	porcentaje en peso.
Nitrógeno amoniacal.....	10 %
Fósforo P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	20 %
Potasio K <sub>2</sub> O.....	5 %
Elementos menores	
Fierro y zinc metálicos.....	500 ppm
Magnesio y Manganeso.....	100 ppm
Boro.....	80 ppm
Cobre.....	50ppm
Molibdeno .....	2 ppm
Giberelinas.....	30 ppm
Folcisteína .....	2750 ppm
Ácido húmico .....	7800 ppm

### **2.11.3. Grofol 20-30-10**

Fertilizante foliar de alta concentración (cristales solubles).

Composición porcentual.

Ingredientes activos	porcentaje en peso.
Nitrógeno total. ....	20 %
Fósforo disponible .....	30 %

Potasio .....	10 %
Azufre .....	480 ppm
Fierro .....	250 ppm
Zinc .....	250 ppm
Manganeso.....	125 ppm
Calcio.....	65 ppm
Magnesio.....	65 ppm
Cobre .....	65 ppm
Boro.....	65 ppm
Cobalto .....	12 ppm
Molibdeno .....	6 ppm
Fitohormonas.....	12 ppm

Diccionario de Especialidades Agronómicas, 2000.

#### **2.11.4. Peters professional**

Fertilizante soluble en agua (20-10-20)

Nitrógeno total .....	20 %
7.94 % nitrógeno amoniacal	
12.06 % nitrógeno de nitrato	
Fosfato disponible (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) .....	10 %
Potasio soluble (K <sub>2</sub> O) .....	20 %
Magnesio total (Mg) .....	0.15 %
0.15 % magnesio soluble en agua	
Boro (B).....	0.0068 %

Cobre (Cu).....	0.0036 %
Fierro (Fe) .....	0.05 %
Manganeso (Mn).....	0.025 %
Molibdeno (Mo).....	0.0009 %
Zinc (Zn) .....	0.0025 %

### **2.11.5 Osmocote 18-6-12**

Nitrógeno total. ....	18 %
9.7 % nitrógeno amoniacal	
8.3 % nitrógeno de nitrato	
Fosfato disponible (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ).....	6 %
Potasio soluble (K <sub>2</sub> O) .....	12 %

[www.regulatory-info-sc.com](http://www.regulatory-info-sc.com)

### **2.12. Medio de cultivo**

(Venator y Liegel 1985, citado por Mendoza 2004) mencionan que un medio de cultivo adecuado debe proporcionar firmeza, nutrientes y humedad en beneficio de las plántulas, además de ser ligero, fácil de manejar, que mantenga un volumen casi constante de humedad, que se vea libre de plagas, que puedan almacenarse durante largos periodos sin cambios en las propiedades físicas y químicas y pueda mezclarse fácilmente en los materiales reproducibles. El mismo autor señala que los aspectos cruciales de

una mezcla para el crecimiento de las plantas son un drenaje adecuado, combinado con una acidez apropiada y que los nutrientes puedan proporcionarse según sea necesario; además menciona que como no existe una mezcla natural basada en tierra para la propagación de plántulas, quienes administran viveros se han visto forzados a desarrollar mezclas adecuadas, de las cuales varias se han desarrollado con éxito.

Bernat y Martínez (1990), mencionan que las mezclas mas utilizadas suelen incorporar tierra vegetal , turba, perlita, vermiculita, arcilla expandida, arena y otras cuyo uso no es específicamente agrícola, y las proporciones y otras varían sensiblemente y son campo de investigación continuo.

Por otra parte, (Venator y Liegel 1985 citados por Mendoza 2004) mencionan que la mezcla moderna tiene muy poco valor nutritivo, pero es muy resistente a la enfermedad de almácigos, ya que los valores nutritivos de estos componentes son muy bajos, por lo tanto, no existe gran concentración de nutrientes que favorezcan la acumulación de patógenos.

Además, Alarcón e Iglesias (1992), señalan que la mayoría de los medios de cultivos modernos se preparan con dos o más componentes seleccionados para aportar las propiedades físicas, químicas o biológicas deseadas de acuerdo al cultivo.

## **2.13. Descripción de los componentes de utilizados en el sustrato**

### **2.13.1. Peat- moss**

Es relativamente estéril, ligero y con una gran capacidad de retención de agua, puede absorber de 10 a 20 veces su peso. El musgo comercial es el producto deshidratado de residuos jóvenes o porciones vivientes de plantas ácidas del género *Sphagnum*, como *S. papillosum*, *S. capillaceum* y *S. palustre*; este contiene sustancias fungistáticas específicas, lo cual explica su capacidad para inhibir el ahogamiento de plántulas que se desarrollan en él (Hartman y Kester, 1999).

El musgo *Sphagnum* conocido en inglés como “moss”, es el componente básico del material a utilizarse en los recipientes para el cultivo de plántulas de especies forestales por ser ésta, la turba que tiene las propiedades físicas y químicas que mejor se adaptan al cultivo y propagación de plántulas, a diferencia de otras turbas, ya que la mayoría de estas son pobres en minerales, requiriendo fertilizantes para mantener el crecimiento de las plántulas; la acidez final. Otros componentes que se combinan con la turba son vermiculita, perlita, gránulos de poliestireno y corteza de árbol descompuesta, cuando la turba se utiliza para el llenado de envases,

ésta debe ser ligeramente húmeda ya que tiende a hincharse cuando se humedece, si se utiliza seca, cuando se moje se reducirá el espacio de aire o porosidad a la mezcla (Venator y Liegel, 1985 citados por Mendoza 2004).

### **2.13.2. Perlita**

Es un mineral silíceo de color blanco grisáceo, de origen volcánico y se extrae de los escurrimientos de lava; el mineral crudo se tritura, criba, luego se calienta en hornos a 760 °c, a esta temperatura la poca humedad de las partículas se evapora expandiendo a éstas, formando granos pequeños, ligeros y esponjosos. El tratamiento a tan alta temperatura deja un producto estéril, la perlita retiene agua en proporción de 3 a 4 veces su peso, prácticamente es neutra, con un PH de 6.0 a 8.0, pero sin capacidad de amortiguamiento, a diferencia de la vermiculita, no tiene capacidad para intercambio de cationes y no contiene nutrientes minerales, sin embargo resulta muy provechosa para incrementar la aireación en una mezcla (Hartman y Kester, 1999).

### **2.13.3. Vermiculita**

La vermiculita es un mineral de silicato de aluminio, hierro y magnesio extraído de minas en los Estados Unidos y África, que consiste en una serie de platos delgados y paralelos; después de que

el mineral crudo de vermiculita se extrae se sujeta a un intenso calor de 1000 °c que tiende a extender las partículas de 15 a 20 veces su volumen original, estallando cada una de las capas, formando pequeñas partículas porosas y esponjosas; es un material completamente estéril debido a la temperatura a la que se somete, contiene un poco de potasio y magnesio que se sueltan lentamente para la captación de la planta, el PH es inconstante, no significando un problema ya que normalmente es mezclada con un material orgánico como el peat- moss (Liegel y Venator 1987, citado por Mendoza, 2004).

### III MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del área de estudio

El presente trabajo se realizó dentro de las instalaciones del vivero e invernadero que pertenece al Departamento Forestal, ubicado dentro de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Geográficamente se localiza a 22°22' 00" de latitud Norte y a 101° 00' 19" de longitud Oeste, con una altitud de 1742 msnm (CETENAL, 1977).

#### 3.2. Materiales utilizados

Los materiales y equipos que se utilizaron en el presente trabajo se enlistan en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. Materiales, equipos y fertilizantes.

MATERIALES	EQUIPO	FERTILIZANTES
❖ 5 frascos de ½ litro c/u con spray	➤ Vernier	➤ Biozyme TF
❖ 1 jeringa	➤ Regla de 30 cm	➤ Grofol
❖ Sustratos (peat-moss, perlita,	➤ Balanza analítica	➤ Foltron plus
	➤ Termómetro	➤ Peters
		➤ Osmocote

vermiculita) ❖ Bolsas ❖ Ácido sulfúrico ❖ Contenedores de 120 cavidades. ❖ Semilla de cortadillo		
--	--	--

### **3.3. Colecta de la semilla**

La semilla de cortadillo (*Nolina cespitifera*. Trel) fue colectada en el Municipio de Saltillo, esta actividad se realizó durante los meses de septiembre a noviembre, seleccionando plantas sanas, de buena conformación, libres de plagas y con características deseables; aplicando tratamientos para la germinación.

#### **3.3.1. Germinación de la semilla**

Para la germinación, la semilla se sometió a dos tipos de escarificación que fueron:

- a) Escarificación química (ácido sulfúrico).
- b) Escarificación con agua.

Para la escarificación química, se remojó la semilla en tres diferentes tiempos (10, 20 y 30 minutos respectivamente) en la solución de ácido sulfúrico, procurando que todas las semillas

quedaran cubiertas completamente, moviendo las semillas intermitentemente, lavándolas con agua corriente y secándolas al ambiente (Jiménez, 1984).

Escarificación con agua caliente, para este proceso se calentó el agua a 80 °c, se retiró del fuego y se colocaron las semillas en tres diferentes tiempos (12, 24 y 72 horas), procurando que el agua cubriera totalmente la semilla, no volviendo a calentar el agua (Hartman, 1979).

Las semillas germinaron a los 25 días en promedio, las cuales fueron del tratamiento con agua caliente (24 horas), mismas que se utilizaron en este trabajo.

### **3.4 Actividades realizadas en el invernadero**

Una vez que la semilla germinó se procedió a trasplantarlas en bolsas de polietileno de 10 cm de diámetro X 15 cm de altura, dándole riego cada tercer día, el sustrato al cual se trasplanto estuvo compuesto por peat-moss, perlita y vermiculita, con las siguientes proporciones 2:1:1 respectivamente; al sustrato se le incorporo fertilizante osmocote (fertilizante de liberación lenta “seis meses”).

Para el presente trabajo las plántulas tenían dos meses de edad y una altura promedio de 5 cm; las plántulas fueron separadas al

azar en grupos de 13 plántulas por repetición, para este trabajo estuvo compuesto por cuatro tratamientos más un testigo, con tres repeticiones por cada tratamiento con un total de 39 plántulas por tratamiento.

### **3.5 Actividades realizadas en vivero**

Una vez realizada la separación de las plántulas se procedió a sacarlas del invernadero al vivero para comenzar la fertilización, colocándolas al principio a media sombra para después colocarlas a pleno sol.

#### **3.5.1 Preparación y aplicación de las dosis de fertilizantes**

Inmediatamente después de realizar el arreglo de los tratamientos, se procedió a aplicar la fertilización a cada tratamiento, mediante el siguiente proceso:

a) Se preparó la solución de cada tipo de fertilizante con una dosis de 2.5 grs por cada medio litro de agua en el caso del fertilizante foliar (Grofol y Peters) y 2.5 ml por cada medio litro de agua para el caso del fertilizante foliar (Biozyme Tf y Foltron plus); tomando como punto de partida que cada tipo de fertilizante sería disuelto como sigue: 1 kg por cada 200 litros de agua , un litro por cada 200 litros de agua;

se utilizó atomizadores de 0.5 litros de capacidad, uno para cada tratamiento para realizar la fertilización foliar.

b) A continuación se procedió a realizar la aplicación cubriendo completamente todas las hojas de las plantas, realizando las aplicaciones cada 15 días, por un período de cinco meses y medio.

### **3.5.2 Mediciones**

Se realizaron las mediciones de acuerdo a las variables a evaluar en este caso, la altura, grosor y número de hojas; midiéndose las 12 plantas de cada repetición; comenzando el uno de marzo de 2005 y consecutivamente cada 15 días hasta terminar el 15 de agosto del mismo año.

Las mediciones se realizaron antes de cada fertilización, para la toma de las mediciones se utilizó un vernier graduado en décimas de milímetro y una regla graduada en centímetros, obteniéndose el grosor a la altura del cuello de la planta y la altura del cuello de la planta hasta el ápice de la hoja mas larga de cada planta, manteniendo lo mas recta posible la hoja para una mejor precisión, para la variable numero de hojas se contabilizaron todas las hojas por cada planta.

### **3.6 Diseño experimental**

El experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar, con cinco tratamientos y tres repeticiones cada uno, con 12 plantas por repetición.

T1: Foltron plus

T2: Peters

T3: Grofol 20-30-10

T4: Biozyme Tf

T5: Testigo

#### **3.6.1 Tratamiento de los datos**

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza utilizando el programa estadístico de la Universidad de Nuevo León.

Los análisis de varianza fueron para las variables altura, grosor de la planta y número de hojas.

## **IV RESULTADOS Y DISCUSION**

Después de haber realizado el análisis de varianza para cada variable, los resultados no detectaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para ninguna variable (altura, grosor de la planta y número de hojas).

La prueba de Tukey se omitió debido a que el análisis de varianza no mostró diferencias significativas para ninguna de las variables, en ninguno de los tratamientos.

A continuación se presenta el resultado de los análisis de varianza para cada variable, en las cuales se puede observar que en el experimento no hubo incrementos diferentes entre tratamientos, como para mostrar diferencias estadísticas significativas.

### **4.1. Altura**

Para la variable altura se presentan los resultados obtenidos durante el experimento. El análisis de varianza no mostró diferencias estadísticamente significativas, como se puede observar en el cuadro 2; pero si hay diferencia numéricamente entre tratamientos. (Figura 8.)

En el cuadro 2 se presentan los resultados de la variable crecimiento en altura.

Fecha	Altura				
	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5
1	10.5166	10.0638	9.6472	9.3666	10.1361
2	13.3638	12.8333	13.1166	12.2277	13.5305
3	16.0916	15.3888	15.9694	15.1805	16.8611
4	16.7694	16.8666	17.2305	16.5861	18.5027
5	17.1027	17.3527	17.15	16.8833	18.7388
6	17.7625	18.6916	18.4277	18.3111	20.4333
7	19.9454	20.6482	19.3611	18.75	20.0277
8	21.0835	22.4186	21.5194	19.1138	16.8305
9	25.4285	26.3893	26.4944	26.675	26.2431
10	27.9065	27.9356	28.4166	29.4444	27.7184

De acuerdo a la siguiente gráfica (figura 8), se puede observar que el tratamiento de mayor incremento fue el del tratamiento 4 (Biozyme TF) con 29.44 cm, seguido por el tratamiento 3 (Grofol 20-30-10) con 28.41 cm, el testigo fue el que menor incremento obtuvo con un total de 27.71 cm.

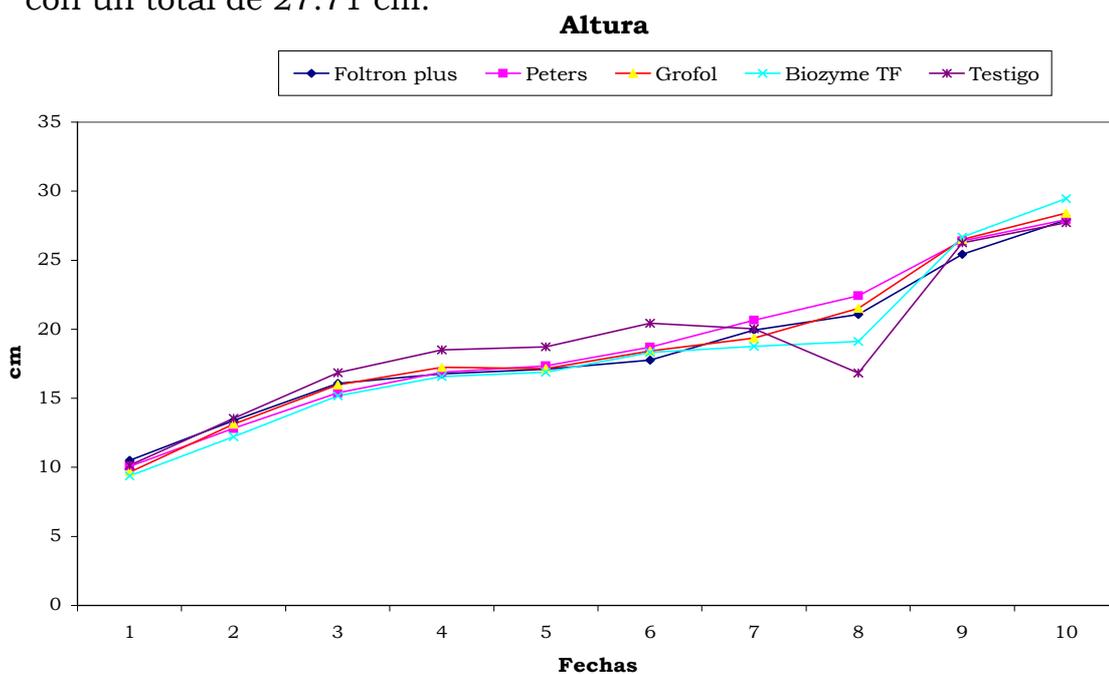


Figura 8 Gráfica de la variable altura, resultado de las medias de cada tratamiento, donde se muestran los incrementos totales.

#### **4.2. Grosor de la planta**

Para esta variable no se encontraron diferencias estadísticas significativas en ninguno de los tratamientos. A continuación se presentan los resultados obtenidos durante el experimento en el siguiente cuadro.

En el cuadro 3. Se presentan los resultados obtenidos de la variable grosor de la planta de cortadillo.

<b>Grosor de la planta</b>					
Fecha	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5
1	1.375	1.2222	1.0472	1.0416	1.0222
2	1.3463	1.3936	1.3613	1.625	1.4122
3	1.8905	1.8777	2.2833	2.4847	1.8530
4	3.2375	3.0969	3.0988	3.2430	3.3558
5	3.2787	3.2708	3.4858	3.5738	3.0886
6	3.7644	3.65	3.9280	3.9805	3.3336
7	4.6310	4.7972	5.0391	4.8480	4.0008
8	4.8267	5.0078	5.3011	5.6266	3.6587
9	6.4258	6.0593	5.6186	5.66	5.1757
10	6.1225	5.4228	5.2177	5.2361	4.6135

De acuerdo a la siguiente gráfica (figura 9) de la variable grosor de la planta, si hubo diferencias numéricamente entre tratamientos, se puede observar que el tratamiento que mostró mayor incremento para esta variable fue el del tratamiento uno (Foltron plus) con 6.12 mm, seguido por el tratamiento dos (Peters) con 5.42 mm, el testigo obtuvo un incremento total de 4.61 mm.

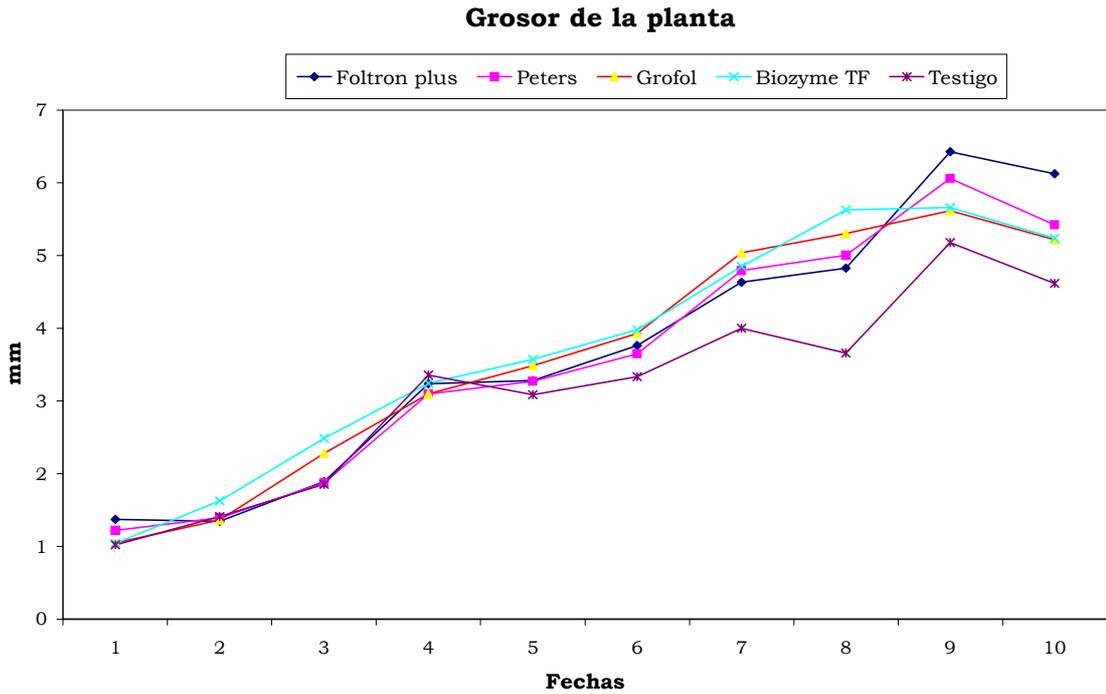


Figura 9 Gráfica de la variable grosor de planta, resultado de las medias de cada tratamiento, donde se muestra los incrementos totales.

### 4.3. Número de hojas

Para esta variable no se encontraron diferencias estadísticas significativas en ninguno de los tratamientos. A continuación se presentan los resultados obtenidos en el experimento en el siguiente cuadro.

En el cuadro 4. Se presentan los resultados obtenidos de la variable número de hojas.

Fecha	Número de hojas				
	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5
1	4.2222	4.1944	4.25	3.9444	4.1111
2	5.1666	5.1944	5.3888	5.2777	5.1666
3	6.1666	6.1111	6.2222	6.3333	6.1388
4	7	6.6666	6.8611	6.8333	6.6111
5	7.4444	7.1666	7.4166	7.5277	7.1388
6	7.7777	7.3888	8.0555	7.8611	7.25
7	8.4242	8.0505	8.6944	8.7222	7.9166
8	9.1464	8.9621	9.5	9.5	8.2272
9	11.5252	11.5707	11.9722	11.5555	10.4393
10	12.2070	11.9696	12.2222	11.7777	10.6944

De acuerdo a la siguiente gráfica (figura 10) de la variable número de hojas, resultado de las medias generales de cada tratamiento, si hubo diferencias numéricamente entre tratamientos; se puede observar que el tratamiento que mejor respuesta mostró fue el del tratamiento tres (Grofol 20-30-10) con 12.22 hojas, seguido ligeramente por el tratamiento uno (Foltron plus) con 12.20 hojas, el testigo fue el que menor número de hojas registró con un total de 10.69 hojas en promedio.

### Número de hojas

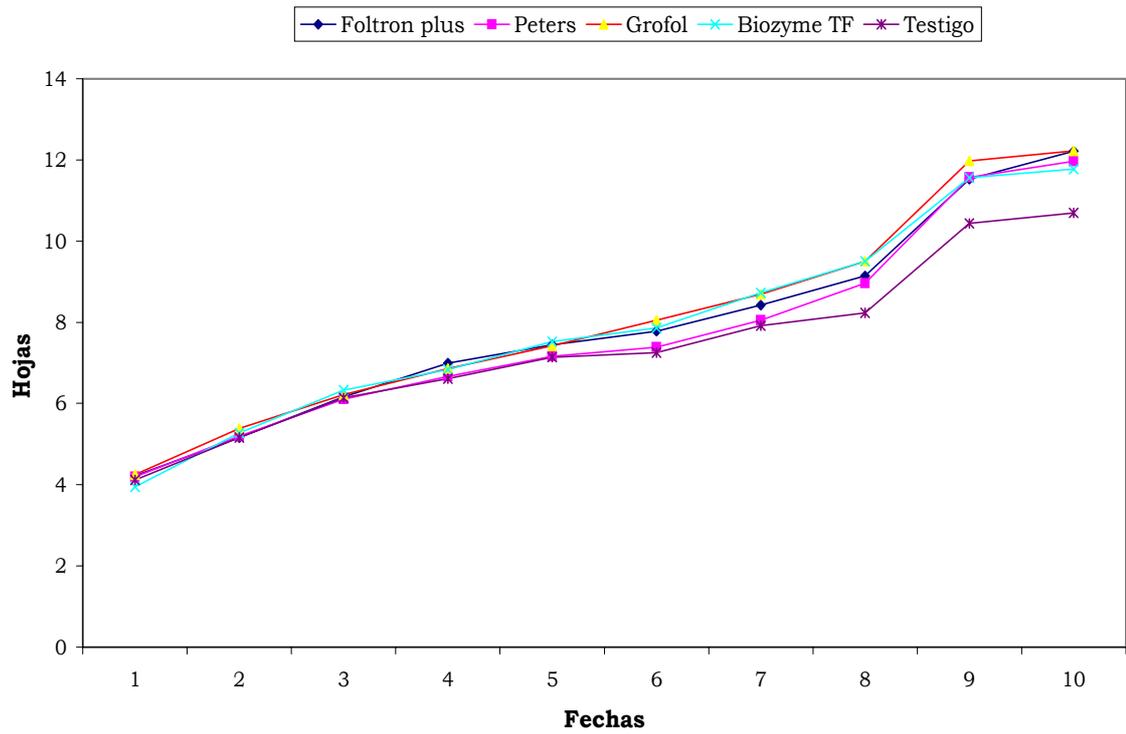


Figura 10. Gráfica de la variable número de hojas, resultado de las medias de cada tratamiento, donde se muestra los incrementos totales de cada tratamiento.

## V CONCLUSIONES

Como conclusión se tiene que de acuerdo a los resultados obtenidos, la fertilización foliar no tuvo efectos significativos en el experimento, probablemente debido a que la especie tratada es una de las plantas clasificadas dentro de las plantas CAM, las cuales se encuentran en climas áridos; este tipo de plantas abren sus estomas durante la noche, mientras que durante el día permanecen cerradas (Salisbury, 1994).

Cabe mencionar que la fertilización se hizo durante las primeras horas del día (8 de la mañana), a esa hora los estomas están cerrados, la planta no absorbe nutrientes en sus hojas, los nutrientes los obtiene de las raíces.

Aunque estadísticamente no hubo diferencias significativas, si hubo diferencia numéricamente, probablemente a que la fertilización debió hacerse por la tarde para que la planta pudiera aprovechar los nutrientes.

Numéricamente la fertilización con Foltron plus fue el que tuvo mayor efecto en la variable grosor; la fertilización con Grofol obtuvo mayor incremento para la variable número de hojas, mientras que para la variable altura la fertilización con Biozyme TF fue el que

causó mayor efecto; cabe mencionar que el testigo fue el que menor incremento registró en todas las variables al final del experimento.

Con respecto al periodo de evaluación, de acuerdo al objetivo inicial del trabajo que fue reducir el periodo de vivero de la planta en un 50 %, considero que fue suficiente, aunque pudo seguirse evaluando por un periodo de tiempo mas largo.

## **VII RECOMENDACIONES**

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo, se recomienda:

- Seguir realizando trabajos para obtener más información sobre la especie.
- Realizar la aplicación de fertilizantes foliares por la tarde, para ver la reacción de la planta a la fertilización.
- Aplicar fertilización al suelo y foliar para ver la reacción del crecimiento de la planta.
- Utilizar otros sustratos como medio de cultivo, en vez de sustratos inertes.

## LITERATURA CITADA

Arredondo, V. D. 1981. Componentes de la vegetación del rancho demostrativo "Los Angeles". Tesis profesional. UAAAN. Saltillo, Coahuila. 63 p.

Acta, 1973. Reguladores de crecimiento. Editorial Oirlostán. Barcelona, España.

Aguirre, A. C. 1974. Coeficientes de agostadero de la Republica Mexicana. Estado de Sonora. S.A.G. COTECOCA. México.

Alarcón, B. M. y L. Iglesias G., 1992. Influencia del sustrato y la fertilización sobre el desarrollo de *Pinus durangensis* Mtz., en invernadero. *Ciencia Forestal* 17 (71): 27-61.

Allred, B. W., 1950. Southwestern range plants. *Sheep Goat Raiser Mag.* 26 (6).

Benson, L. and R. A. Darrow. 1954. The trees and shrubs of Southwestern desert. The University of Arizona, Press. Tucson, Arizona.

Bernat, J., J. A. y J. Martínez, 1990. Invernaderos (construcción, manejo, rentabilidad). Editorial Aedos. Barcelona, España. 190 P.

CETENAL. 1977. Carta topográfica Saltillo. G14C33. Escala 1:50 000. México.

Cruse, R., 1949. A chemurgic survey of the desert flora in the American Southwestern. *Economic Botany* 3 (2).

Diccionario de Especialidades Agronómicas, 2000. Décima Edición. Ediciones PLM, S. A. de C. V. México, D. F. 1448 p.

Domínguez, V. A. 1997. Tratado de fertilización. Tercera edición. Grupo Mundi-Prensa. España. 613 p.

Duisberg, P. C. and J. L. Hay., 1971. Economic botany of arid regions (In: Mc. Ginnies, et al. Food, fiber and the arid lands). The University of Arizona Prees. Tucson, Arizona.

García V., M. y Celestino M., E. 1999 Guía para el establecimiento de plantaciones de cortadillo. INIFAP - CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Técnico Núm 7. Coahuila. Mexico. 16 p.

Gloria, H. G., et al. 1997. Plantas de pastizales y bosques. UAAAN. Serie Recursos Naturales. Saltillo, Coahuila.

Hartman, H. T. y D. E. Kester. 1999. Propagación de plantas. CECSA. México. 760 P.

Hill, T. A., 1977. Hormonas reguladoras del crecimiento vegetal. Cuaderno de biología. Editorial Omega. Barcelona, España. 64 p.

Jiménez, M. A. 1984. Análisis de la calidad de semilla de especies forrajeras tropicales. Universidad Autónoma de Chapingo. Depto. Zootecnia. México.

Jones, Q. and F. R. Earle. 1966. Chemical analysis of seeds II: oil and protein content of 759 species. Economic Botany 20 (2).

Kearney, T. H. and R. H. Peebles. 1960. The Arizona flora. University of California Press. Berkeley, Los Angeles.

Krochmal, A. et al., 1954. Useful native plants in the American Southeastern Desert. *Economic Botany* 3 (1).

Marcus, A., 1971. Enzyme induction in plants. *Inn. Rev. plant-physiol* 22.

Mendoza, H. M. 2004. Fertilización de tres especies de pino bajo condiciones de invernadero. Tesis profesional. UAAAN. Saltillo, Coahuila. 56 p.

Ochoa, D. G., 1979. Impulso a los aprovechamientos forestales no maderables en el Estado de Sonora. IV Simposio sobre el medio ambiente del Golfo de California. Memoria. Pub. Esp. No. 17, Ins. Nal. Inv. For. México.

Rojas, G. M., 1975. Usos agrícolas de los fitorreguladores en la agronomía. No. 164, ITESM. Monterrey, N. L. 252 p.

Rojas, M. P., 1965. Generalidades sobre la vegetación del estado de Nuevo León y datos acerca de su flora. Tesis Doctoral. Universidad de Nuevo León.

Romahn de la Vega, C. F., 1992. Principales productos forestales no maderables de México. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. 250 p.

Rzedowski, J., 1978. La vegetación de México. Editorial Limusa. México.

Sáenz, R. T. y David C. Q. 1992. Guía para la evaluación del cortadillo en el estado de Coahuila. SARH. Folleto técnico núm. 3. 13 p.

Sánchez, C. J. y G. Zerecero L., 1980. La palmilla y su aprovechamiento en el estado de Sonora. Primera Reunión Nacional sobre Ecología, Manejo y Domesticación de las plantas útiles del desierto. INEDITO.

Sánchez, C. J., 1981. La palmilla (*Nolina* spp) una planta de interés económico. Ciencia Forestal. Revista del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales.

Salisbury, F. B. y Cleon, W. R. 1992. Fisiología vegetal. Editorial Iberoamérica. México. 757 p.

Shreve, F. and I. L. Wiggins. 1964. Vegetation and flora of the Sonoran desert. Vol. 2, Stanford University Press. Stanford, California.

Standley, P. C., 1920. Trees and shrubs of México. Washington, Gov. Print. Office.

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.

Villarreal, Q. J. 1999. Introducción a la botánica forestal. Editorial Trillas. UAAAN. México. 148 p.

Weaver, R. J., 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Editorial Trillas. México. 622 p.

(<http://www.monografias.com/trabajos10/auxinas/auxinas.shtml>).

([http://perso.wanadoo.es/pedrogruen/hormonas\\_vegetales\\_y\\_reguladores.htm](http://perso.wanadoo.es/pedrogruen/hormonas_vegetales_y_reguladores.htm)).

www.regulatory-info-sc.com

## APÉNDICE

Apéndice 1. Análisis de varianza de las medias generales para la variable altura en cortadillo bajo condiciones de vivero.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.815918	0.203979	0.2635	0.894
ERROR	10	7.739746	0.773975		
TOTAL	14	8.555664			

C.V. = 4.71 %

### TABLA DE MEDIAS

TRATA.	REP.	MEDIA
1	3	18.597109
2	3	18.858915
3	3	18.733332
4	3	18.253889
5	3	18.902273

Apéndice 2. Análisis de varianza de las medias generales para la variable grosor de la planta de cortadillo bajo condiciones de vivero.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.659546	0.164886	7.1008	0.006
ERROR	10	0.232208	0.023221		
TOTAL	14	0.891754			

C.V.= 4.28 %

TABLA DE MEDIAS

TRATA.	REP.	MEDIA
1	3	3.689880
2	3	3.579871
3	3	3.638139
4	3	3.731972
5	3	3.151440

Apéndice 3. Análisis de varianza de las medias generales para la variable número de hojas de cortadillo bajo condiciones de vivero.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.860596	0.215149	3.2582	0.059
ERROR	10	0.660339	0.066034		
TOTAL	14	1.520935			

C.V.= 3.29 %

TABLA DE MEDIAS.

TRATA.	REP.	MEDIA
1	3	7.908081
2	3	7.727525
3	3	8.058333
4	3	7.933333
5	3	7.369444