

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**



DIVISION DE CARRERAS AGRONÓMICAS

EVALUACIÓN DE ENDOMICORRIZA EN CRECIMIENTO DE *Agave victoriae-reginae* T. Moore

POR

FAUSTINO SANTIAGO RAMÍREZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

MARZO 2009

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

EVALUACIÓN DE ENDOMICORRIZA EN CRECIMIENTO DE *Agave victoriae-reginae* T. Moore

TESIS
PRESENTADA POR:

FAUSTINO SANTIAGO RAMÍREZ

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

COMITÉ EVALUADOR

PRESIDENTE:

MC HÉCTOR MONTAÑO RODRÍGUEZ

VOCAL:

MC MANUEL QUINTOS ESCALANTE

VOCAL:

MC AMANDA JARAMILLO SANTOS

VOCAL SUPLENTE:

MC MA. DE JESÚS RIVERA GONZALES

COORDINADOR DE LA DIVISION DE CARRERAS AGRONÓMICAS

MC VICTOR MARTÍNEZ CUETO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

MARZO 2009

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

EVALUACIÓN DE ENDOMICORRIZA EN CRECIMIENTO DE *Agave victoriae-reginae* T. Moore

TESIS

ELABORADA POR:

FAUSTINO SANTIAGO RAMÍREZ

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

COMITÉ EVALUADOR

PRESIDENTE:

MC HÉCTOR MONTAÑO RODRÍGUEZ

VOCAL:

MC MANUEL QUINTOS ESCALANTE

VOCAL:

MC AMANDA JARAMILLO SANTOS

VOCAL SUPLENTE:

MC CESAR GUERRERO GUERRERO

COORDINADOR DE LA DIVISION DE CARRERAS AGRONÓMICAS

MC VICTOR MARTÍNEZ CUETO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

MARZO 2009

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecerle a mis asesores de tesis: al M.C. Héctor Montaña Rodríguez, M.C. Amanda Jaramillo Santos, M.C. Manuel Quintos Escalante y al M.C. César Guerrero Guerrero por su apoyo que me brindaron en la realización de este trabajo.

También quiero agradecer a mis amigos y compañeros: Claribel, adrian, Alfonso, Lorenzo, David, Genny, Juan pablo, Alexander, Yesenia, Karla, Araceli, Eugenia, Andrés, Santiago, pablo Salazar, Ana, Candelaria, Elsa y Abel por su gran apoyo y compañía en los momentos más importantes durante mi estancia en la UAAAN, les deseo lo mejor a todos.

A la familia Santiago Ramírez por estar siempre presentes en todo momento. Y a mi Alma Terra Mater por brindarme los conocimientos necesarios y prepararme profesionalmente para lograr este gran objetivo.

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo primeramente a dios por haberme dado, salud y fuerzas para poder cumplir con mi objetivo, y saber sobrepasar los obstáculos que encontré en el camino y darme esperanza, que en esta vida hay mucho porque vivir gracias señor.

A mis padres: Sr. Eduardo Santiago Ramírez y Sra. Nicanora Ramírez Santiago, les dedico este trabajo por su gran apoyo moral que me han dado, y por estar siempre al pendiente de mí, los quiero mucho.

A mi hijo: Brandó Jesús Santiago Sosa, por que el ha sido la fuerza que me impulsa a seguir adelante, te amo con todo mi corazón.

Este trabajo le dedico a mis hermanos: Valentín Santiago Ramírez, Teresa Santiago Ramírez, Laurentino Santiago Ramírez, por el apoyo económico y moral que me brindaron los quiero mucho.

A mi abuela: Guadalupe Santiago Morales, por los consejos que me das para no equivocarme en la vida, gracias abuelita.

ÍNDICE GENERAL	PAG.
AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
LISTA DE CUADROS.....	v
LISTA DE GRAFICAS	vi
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2

CAPÍTULO I. GENERALIDADES

1.1 Planteamiento del problema.....	4
1.2 Justificación.....	5
1.3 Objetivos.....	6
1.4 Hipótesis.....	6

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Definición y morfología de los hongos micorrizicos.....	7
2.2 Clasificación taxonómica de los hongos micorrizicos.....	7
2.3 Proceso de colonización micorrizica.....	8
2.4 Efecto en las plantas.....	9
2.5 Función de las micorrizas arbusculares (MA).....	10
2.6 Ecología de las micorrizas.....	11
2.7 Importancia ecológica y económica de las micorrizas.....	13
2.8 Origen y distribución de la Noa (<i>Agave victoriae-reginae</i> T. Moore)...	13
2.9 Características botánicas y taxonómicas de la Noa (<i>Agave victoriae-reginae</i> T. Moore).....	14
2.10 Taxonomía de la Noa (<i>Agave victoriae-reginae</i> T. Moore).....	15

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	Ubicación geográfica del experimento.....	17
3.2	Material biológico.....	17
3.3	Variables evaluadas.....	17
3.4	Tratamientos aplicados.....	18
3.5	Establecimiento del proyecto.....	18
3.6	Esquema de diseño experimental.....	20
3.7	Procedimiento para aislar esporas nativas.....	20

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1	Interpretación de resultados.....	22
4.2	Análisis de varianza.....	27
4.3	Discusión.....	32

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones.....	32
5.2	Recomendaciones.....	32

BIBLIOGRAFÍA

APÉNDICES

ÍNDICE DE CUADROS Y GRAFICAS

CUADROS

Cuadro 1. Resultados estadísticos para longitud de la hoja.....	23
Cuadro 2. Resultados estadísticos para ancho de la hoja.....	23
Cuadro 3. Resultados estadísticos para dosel de la planta.....	24
Cuadro 4. Resultados estadísticos para el número de hojas.....	24
Cuadro 5. Resultados estadísticos para peso fresco de la raíz.....	24
Cuadro 6. Resultados estadísticos para peso fresco del tallo.....	24
Cuadro 7. Resultados estadísticos para peso seco raíz.....	24
Cuadro 8. Resultados estadísticos para peso seco tallo.....	25
Cuadro 9. Comparación de medias (longitud de la hoja).....	25
Cuadro 10. Comparación de medias (ancho de la hoja).....	25
Cuadro 11. Comparación de medias (dosel de la planta).....	25
Cuadro 12. Comparación de medias (numero de hojas).....	25
Cuadro 13. Comparación de medias (peso fresco raíz).....	26
Cuadro 14. Comparación de medias (peso fresco tallo).....	26
Cuadro 15. Comparación de medias (peso seco raíz).....	26
Cuadro 16. Comparación de medias (peso seco tallo).....	26

GRAFICAS

Grafica 1. Valor promedio para la longitud de las hojas de las plantas después de 8 meses de tratamiento.....	28
Grafica 2. Valor promedio del ancho de las hojas de las plantas después de 8 meses de tratamiento.....	28
Grafica 3. Valor promedio del dosel de las plantas después de 8 meses de tratamiento.....	29
Grafica 4. Valor promedio del número de hojas de las plantas después de 8 meses de tratamiento.....	29
Grafica 5. Valor promedio para el peso fresco de la raíz de las plantas después de 8 meses de tratamiento.....	30
Grafica 6. Valor promedio para el peso fresco del tallo de las plantas después de 8 meses de tratamiento.....	30
Grafica 7. Valor promedio para el peso seco de la raíz de las plantas después de 8 meses de tratamiento.....	31
Grafica 8. Valor promedio para el peso seco del tallo de las plantas después de 8 meses de tratamiento.....	31

RESUMEN

La Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) está considerada como planta endémica que se encuentra en peligro de extinción. Tiene un gran interés comercial por ser una especie ornamental, al igual que muchas otras especies. Las micorrizas juegan un papel importante en la fisiología de las plantas porque aumentan la capacidad para absorber nutrientes, mejora la nutrición de las plantas en suelos de baja fertilidad.

El presente trabajo se realizó con el fin de evaluar el desarrollo de la Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) inoculadas con diferentes tipos de endomicorrizas. (endomicorriza nativa, endomicorriza comercial y un testigo).

Se usaron 3 tratamientos: tratamiento 1 (micorriza nativa), tratamiento 2 (micorriza comercial), tratamiento 3 (testigo) en donde el tratamiento 2 fue el que dio mejor resultado en cuanto a la variable ancho de la hoja, dosel de la planta, número de hojas, peso fresco raíz, peso fresco tallo y peso seco tallo. En cuanto a la variable longitud de la hoja y peso seco raíz, el tratamiento 1 y 2 son los que dieron mejor resultado en relación al testigo.

Palabras claves: Agave, endomicorriza, nutrientes.

INTRODUCCION

En México y en todo el mundo, la explotación de los recursos naturales se ha incrementado debido a la explosión demográfica y a las políticas económicas que alientan el consumo desmedido de los recursos. Uno de los problemas ambientales a nivel global, derivado del desarrollo de las sociedades modernas es la pérdida de la diversidad biológica. Año con año, un número determinado de especies desaparecen de la faz de la tierra, perdiéndose irreversiblemente parte de nuestra herencia biológica acumulada a lo largo de miles de años de evolución. (Ehrlich y Ehrlich, 1981; Wilson, 1988).

En las plantas contempladas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 (lista de especies amenazadas, en peligro de extinción y sujetas a protección especial) con distribución en Coahuila, se encuentra principalmente las agaváceas que están en riesgo de extinción, al cual pertenece el género más importante que es el agave. Dentro de los agaves, la Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) está considerada como planta endémica que se encuentra en peligro de extinción.

La Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) tiene un gran interés comercial por ser una especie ornamental, al igual que muchas otras (Eguiarte et. al, 2001).

Las micorrizas arbusculares (MA) pueden ser una opción para acelerar el crecimiento de la Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) ya que son asociaciones ecológicamente mutualistas entre hongos del Phylum Glomeromycota y la mayoría de las plantas. Las plantas que poseen micorrizas, pueden absorber nutrientes de su ambiente con más eficiencia que las que no las poseen. Es probable que esta mejora se deba a la mayor superficie que proporciona el micelio. El efecto beneficioso que se obtiene del hongo micorrízico se observa mejor en suelos de baja fertilidad. El fósforo es uno de los nutrientes que las MA transportan a través de sus hifas hacia las plantas. (Lovera, M. y Cuenca, G. 2007).

El presente trabajo se realizo con el fin de evaluar el desarrollo de la Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) inoculada con diferentes tipos de endomicorrizas. (endomicorriza nativa, endomicorriza comercial y un testigo.)

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 Planteamiento del problema

La Noa (*Agave victoriae-reginae*) es considerada como una especie en peligro de extinción, la región de la comarca lagunera tenia a principio del siglo XX una extensa población de esta especie y fue desapareciendo por el aprovechamiento inadecuado de esta, la demanda de ella como alimento fue el principal uso del recurso. (Eguiarte et. al, 1999).

La especie es considerada como endémica en la región centro norte del país y su distribución delimita a tres estados: Coahuila, Durango y Nuevo León. (Martínez-Palacios et. al 1996).

Existen regiones hacia el sur de estas zonas con presencia de la especie y en poblaciones muy considerables pero se debe corroborar con estudios serios que nos permitan determinar su distribución geográfica, densidad de población, su hábitat y datos sobre la biología de la especie (Martínez-Palacios et. al 1996).

El determinar regiones que sean los bancos de germoplasma permitirá la producción de esta especie para venta y con ello disminuir el saqueo de la especie, esto nos indica que el principal enemigo de la especie es el hombre, porque lo usan como una especie ornamental. Dentro de la Comarca Lagunera en la sierra de las Noas, en el cañón de Fernández y en la flor de Jimulco se considera la distribución de la especie muy restringida (Eguiarte et. al, 1999).

1.2 Justificación

Al considerar la especie de *Agave victoriae-reginae* T. Moore como una especie en peligro de extinción y por ser endémica, se busca reproducirla por semilla y acelerar su crecimiento por medio de endomicorrizas ya que se caracterizan un ciclo de vida que es muy amplio, que va de 15 a 20 años o mas para llegar a su madurez sexual y su reproducción es única (monocarpio).

El *Agave victoriae-reginae* T Moore es una planta que en condiciones de vivero produce hijuelos que se puede diferenciar de dos maneras: Talos subterráneos, denominados rizomas, que surgen de la base del tallo de la planta madre, después del final del rizoma emerge una nueva planta o hijuelo, estos forman hijuelos directamente del tallo de la planta madre y dependerá inicialmente de esta. Generalmente la reproducción de la noa se lleva acabo por mecanismo asexual vegetativo con un crecimiento relativamente lento (Eguiarte, L. E. et. al, 2003)

Aunque la producción de semillas es alta, están sujetas a fuerte depredación y efectos ambientales, por lo que su capacidad germinativa se reduce (Eguiarte, L. E. et. al, 2003)

Los Agaves son plantas que tienen un lento crecimiento, en comparación con otras plantas, requieren muy pocos cuidados, aunque si se les suministra nutriente, hongos micorrizicos y condiciones favorables la respuesta en su crecimiento se da con más rapidez, y de forma notoria, en cuanto a ganancia de peso.

Con este trabajo se busca obtener información que nos ayude a determinar cual es la forma en que la Noa (*Agave victoriae-reginae*) puede acelerar su crecimiento, así como su respuesta y adaptación al medio, a través de la inoculación de endomicorrizas con distintos tratamientos.

1.3 Objetivo

Determinar el efecto de las endomicorrizas en el desarrollo de *Agave victoriae-reginae*, en plantas de 10-18 meses de edad.

1.4 Hipótesis

Si las endomicorrizas ayudan a la raíz a absorber mejor los nutrientes, entonces habrá un mejor desarrollo de la planta.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Definición y morfología

Una forma de presentarse en la naturaleza de los hongos, por las micorrizas que es la asociación mutualista (no patogénica) entre un hongo del suelo y la raíz de las plantas superiores; la palabra Mycorriza (raíz-hongo) del griego mykes (hongo) y rhiza (raíz) fue reconocido por Frank (1855), para describir la unión de dos organismos diferentes que forman un solo órgano microbiológicamente, donde ambos se benefician (Sieverding, 1991). Basándose en las características morfológicas de la infección, se distinguen 5 tipos de micorrizas. Formadores de manto (ectomicorrizas), vesiculo-arbusculares (endomycorrizas), arbutoides (ectendomycorriza), ericoides (endomycorrizas), y orquidoides (endomycorriza). (Salamanca y Silva, 1998).

El estudio de los Hongos Micorrizicos arbusculares (HMA) revela que las especies se encontraban ya establecidas durante el Mesozoico temprano y que morfológicamente han permanecido relativamente constantes desde el Cretácico hasta la época moderna. (Camargo-Ricalde, 2008).

2.2 Clasificación taxonómica de los hongos micorrizicos vesiculo arbuscular (VA) (Salamanca, 1998)

División: Eumycota
Grupo: Zygomycotina (Ficomycetos)
Clase: Zigomycetes
Orden: Glomales
Sub orden: Glomineae
Familia: Acaulosporaceae
Géneros: Acaulospora
Entrophospora
Familia: Glomaceae
Géneros: Glomus
Sclerocystis

Sub orden: Gigasporineae
Familia: Gigasporaceae
Géneros: Gigaspora
Scutellospora

2.3 Proceso de colonización micorrícica

La infección o colonización de una raíz por parte de un hongo micorrizógeno es un proceso que involucra una secuencia de etapas reguladas por una precisa interacción entre endosimbiontes y hospedero. La pre-infección esta asociada a la actividad de los propágulos infectivos presentes en el suelo que circunda la raíz. Dichos propágulos pueden ser esporas o micelio fúngico. Este último, generalmente se encuentra vinculado a raicillas de plantas vivas o segmentos de raíz infectados. La penetración se inicia con la formación de un punto de entrada que se caracteriza por el desarrollo de un abultamiento o apresorio en el punto de contacto sobre la superficie de la raíz. Cada espora genera un solo punto de entrada, mientras que un segmento de raíz puede eventualmente originar más de uno. No es del todo claro si el mecanismo de penetración está mediado por un evento enzimático, por un evento mecánico o, por una combinación de ambos. (Guerrero, 1996)

Una vez que penetra el hongo, se genera un proceso proliferativo que conduce al establecimiento de una unidad de colonización que se puede extender hasta 1 cm de distancia a partir del punto de penetración. El avance de la infección esta restringido a la epidermis y parénquima cortical. La unidad de colonización avanza mediante el crecimiento de hifas aceptadas que se extienden por entre las células corticales y que generan estructuras características, como los arbusculos y las vesículas. Algunas semanas después de iniciada la infección, el hongo está en condiciones de esporular, lo cual está supeditado a las condiciones ambientales del suelo. En particular, la humedad parece ser un factor regulador de importancia, ya que se ha visto que el estrés hídrico en el suelo dispara la esporulación. (Guerrero, 1996)

Las hifas externas están en capacidad de re infectar el mismo sistema de raíz del cual se originan. Algunas de estas hifas generan puntos de entrada que

provocan nuevas unidades de colonización, lo cual supone que la infección avanza a lo largo de la raíz a través de unidades de colonización discontinuas. Este proceso de proliferación se puede trasladar a otros sistemas de raíz vecinos de la misma o diferente especie de planta. Se ha establecido que los hongos micorrizógenos se puede mover en el suelo a razón de 0.6-3.2 m/año, lo cual da una idea de las posibilidades de expansión de la infección micorrizica (Guerrero, 1996)

2.4 Efecto en las plantas

Las endomicorrizas en mas del 90% de los casos son del tipo llamado vesiculo arbuscular (MVA). El nombre procede de sus estructuras características: los arbusculos que se forman por división dicotómica en las hifas del hongo en el interior de las células de la corteza de la raíz y las vesículas, órganos de reserva inter o intracelulares. (Salamanca y Silva, 1998).

Las micorrizas juegan un papel importante en la fisiología de las plantas porque aumentan la capacidad para absorber nutrientes, mejora la nutrición de las plantas en suelos de baja fertilidad. (Peña-Venegas et. al, 2007)

Entre sus efectos beneficiosos están: mayor absorción de elementos poco móviles como P, Cu y Zn; protección contra patógenos; mayor resistencia a la sequia; y contribución a la formación de la estructura del suelo. (Cuenca, et. al, 2007)

Las micorrizas pueden ser importantes para la nutrición de las plantas porque los hongos pueden disolver minerales de sílice en algún grado, liberando elementos esenciales para aquellos (Sieverding, 1991).

Las hifas son de menor dimensión que las raíces de las plantas por lo tanto pueden penetrar entre los poros mas fácilmente lo que repercute favorablemente en la extracción de nutrientes del suelo (Sieverding, 1991).

2.5 Función de las micorrizas arbusculares (MA)

Los efectos beneficiosos de las micorrizas arbusculares (MA) son bien conocidos, especialmente en la nutrición mineral de las plantas y en la protección contra agentes patógenos del suelo, entre otros. Si bien el 80% de las plantas terrestres son capaces de formar micorrizas, se considera que dicha asociación no tiene especificidad taxonómica. Sin embargo, evidencias recientes han mostrado que la diversidad de hongos MA (HMA) puede influir en la productividad y diversidad de las comunidades vegetales, así como en las relaciones competitivas y funcionamiento general de los ecosistemas naturales. Por otra parte, existen evidencias de que la diversidad de HMA sufre un impacto severo con las perturbaciones y algunas especies parecen ser más susceptibles que otras ante las actividades humanas. (Lovera y Cuenca, 2007)

Las micorrizas arbusculares (MA) pueden ser utilizadas para acelerar la tasa de sucesión o de recuperación de un ecosistema degradado (Cuenca, et. al, 2002)

Las hifas de los hongos formadores de micorrizas arbusculares (MA) son consideradas como importantes agentes aglutinadores de partículas del suelo y se han descrito correlaciones positivas entre hifas de hongos MA y estabilidad de agregados en sistemas naturales. Recientemente existen evidencias que sugieren que la glomalina (GRSP), una glicoproteína producida en gran cantidad por las hifas de los hongos MA y que tiene una capacidad cementante de las partículas de suelo, está fuertemente involucrada en dicha agregación. (Borie, et. al, 2008)

Además, gracias al uso más eficiente que hacen las plantas micorrizadas de los nutrientes del suelo, permiten ahorrar fertilizantes químicos y reducir por consiguiente los problemas de contaminación con el uso excesivo de fertilizantes. Por otra parte, las plantas micorrizadas son capaces de hacer un mejor uso de los fertilizantes orgánicos, bien sea debido a la producción de fosfatasa por parte de los hongos mismos (Salamanca y Silvia, 1998)

2.6 Ecología de la micorriza

Las micorrizas arbusculares (MA) se encuentran en la mayoría de los suelos, aunque no necesariamente puede existir esta perfecta simbiosis en los Agaves. Para que este notable fenómeno se produzca en plenitud, es necesario favorecer al hongo permitiendo que sus esporas colonicen las raíces de los agaves. (Crovetto, 2000)

Los hongos micorrizicos son un importante grupo de microorganismos nativos del suelo que contribuyen substancialmente en el establecimiento, productividad y longevidad de los ecosistemas naturales y agroecosistemas. Las múltiples interacciones ecológicas que ocurren en el suelo son responsables del comportamiento de la micorriza y explica las diferencias observadas en la respuesta de las plantas a la inoculación en invernadero, en comparación con la inoculación en el campo. (Salamanca y Silva, 1998).

El desarrollo de micorrizas se puede ver afectado por factores abióticos como el clima y las propiedades físico-químicas del suelo y por factores bióticos como son: El tipo de comunidad vegetal, condiciones fisiológicas de la planta hospedera, interacciones con otros organismos del suelo, la introducción de practicas antrópicas (deforestación, sistema de cultivo, aplicación de agroquímicos, etc.) (Salamanca y Silva, 1998).

Los hongos micorrizicos arbusculares son altamente adaptables a diferentes ambientes y son intermediarios entre el suelo y la planta (González-Chávez et. al, 2008)

En algunos estudios realizados en México, particularmente en el altiplano potosino-zacatecano, se ha denotado que la variación de la capacidad de esporulación de los hongos, no solo depende del hospedante al que los HMA se encuentran asociados si no también, esta característica es modificada por periodos de lluvia o sequia. (González-Chávez et. al, 2008)

La simbiosis micorrizica arbuscular (MA) promueve la tolerancia a la sequia de plantas hospederas bajo estrés hídrico. Las plantas colonizadas por hongos MA tienen mayores recursos para afrontar condiciones de sequia debido a que

adquieren modificaciones nutricionales, fisiológicas, bioquímicas y morfológicas. A pesar de que los mecanismos involucrados en la orquestación micorrizica para la tolerancia a la sequia son muy complejos, la mayoría de los efectos pueden estar relacionados con el mejoramiento del estatus nutricional, especialmente de fósforo (P) y de nitrógeno(N). Este mejor estatus nutricional incrementa la habilidad de las plantas con MA para extraer agua del suelo de manera mas efectiva y así mantener una alta hidratación foliar bajo condiciones de sequía y recuperarse rápidamente cuando se restablece la irrigación. En consecuencia, las plantas con MA tienen un menor estrés hídrico y pueden mantener los estomas parcialmente abiertos durante más tiempo y realizar funciones fotosintéticas. Un status hídrico superior y una mejor eficiencia fotosintética favorecen el desarrollo de una mayor área foliar, la cual permite mantener una movilización de nutrimentos entre fuente y destino en las plantas micorrizadas, respecto a las plantas no micorrizadas en condiciones de sequia. (Subramanian y Christiane, 2008)

Por tratarse de una asociación obligatoria entre hongo y planta, la ecología de la micorriza esta condicionada en gran parte por la ecología de la planta.

En los ecosistemas naturales o antrópicos (cultivos agrícolas, plantaciones forestales) hay al menos dos niveles de aproximación de la ecología de la micorriza.

El nivel rizósferico: interacciones entre la micorriza y la comunidad biótica del suelo.

El nivel fitoecológico: relaciones espacio-temporales entre la micorriza y la vegetación.

La movilización de nutrientes entre el suelo y la raíz, necesario para el desarrollo de la vegetación, es un proceso regulado en gran parte por la comunidad biótica de la rizosfera y en ella juega un papel central la micorriza.

Las interacciones entre micorrizas y microorganismos del suelo son determinantes en el funcionamiento de los ciclos nutritivos en un ecosistema pero además, afectan el balance entre los procesos saprotrofiticos, patogénicos y simbióticos en el medio ambiente edáfico (guerrero, 1996)

2.7 Importancia ecológica y económica de las micorrizas

Las micorrizas arbusculares (MA) son asociaciones ecológicamente mutualistas entre hongos del Phylum Glomeromycota y la inmensa mayoría de las plantas, pudiendo ser una herramienta muy útil para una agricultura sustentable (Souza, et al 2006).

La micorrizología es un campo interdisciplinario de las ciencias biológicas que se ha extendido en todo el mundo, su objetivo es aumentar la producción de alimentos y reducir los costos de inversión e impactos ambientales que producen los sistemas modernos. (Souza, et al 2006)

Al no contar con gran cantidad de recursos económicos una opción sería el uso de micorrizas ya que aumenta la producción y en consecuencia la rentabilidad de nuestro cultivo. La investigación de estos organismos, como objetivo práctico, es aumentar la producción, reducir el uso de fertilizantes, productos químicos y contribuir a un patrón de agricultura sostenible y menos dependiente de insumos. (Souza, et al 2006)

2.8 Origen y distribución de la Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore).

La Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore), nombrada así por Thomas Moore en el año de 1875, cuyo nombre fue asignado en honor a la reina Isabel de Inglaterra y tiene su centro de origen en México, debido a que aquí se encuentran distribuidas la mayoría de especies de este género, su distribución geográfica natural se extiende al norte hasta el suroeste de los Estados Unidos de Norte América y al sur hasta Nicaragua (Gentry, 1982).

La Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) (Agavaceae) es una especie endémica de México, en peligro de extinción, con una distribución limitada a zonas de los estados de Coahuila, Durango y Nuevo León, entre los 100° y 104° longitud oeste y 25° y 27° latitud norte solo se encuentra en localidades específicas debido a que crece en afloramientos de carbonato de calcio sobre paredes verticales. El factor principal que ha alterado las poblaciones silvestres de Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) es la colecta de plantas con fines

comerciales por ser una especie de tipo ornamental, que alcanza altos valores en el mercado nacional e internacional. Por su endemismo y su crítica situación ha sido catalogada en peligro de extinción por las autoridades del país (Gentry, 1982).

2.9 Características Botánicas y Taxonómicas de la Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore).

La familia Agavaceae fue propuesta por Endlicher en 1841, quien la formo tomando como tipo nomenclatura al género *Agave*. Sin embargo, no fue hasta la publicación de Hutchinson en 1964 que se les tomo en cuenta y a partir de esa fecha, ha levantado una serie de controversias tanto sobre su validez, como sobre su circunscripción genérica (García y Mendoza, 2001).

El aprovechamiento de los Agaves ha sido importante en el desarrollo humano de zonas áridas y semiáridas de México. Como fuente de alimento, las partes comúnmente utilizadas son los tallos y las bases de las hojas, las cuales son ricos en carbohidratos, en las zonas rurales se consumen como un complemento a la dieta mientras que en las ciudades son golosinas. El líquido que produce, rico en azúcares, vitaminas y minerales se aprovechan en forma simple como aguamiel o se transforma en otras bebidas vía fermentación (pulque) o destilación (bacanora, mezcal o tequila) (Cervantes, M. C, 2001).

Las fibras de las hojas han sido utilizadas desde tiempos prehistóricos y junto con las bebidas han sido la forma mas común de uso, sin embargo, también se han usado como planta medicinal, ornamental, para evitar la erosión de terrenos inclinados, para envolver otros alimentos, para limpieza, etc. Por todo lo anterior los Agaves siguen siendo actualmente para las poblaciones rurales el árbol de las maravillas (Mitton y Grant, 1996).

Agave es un termino derivado de una palabra griega que significa admirable, corresponde al nombre genérico de plantas rizomatosas prolongadas en un tallo erguido, con hojas radicales o apicales, generalmente fibrosas. El escapo terminal o inflorescencia es a veces vigoroso, con flores diversamente dispuestas de perianto tubular inicialmente y que luego se amplía en lóbulos

erguidos provistos de estambres fijos en su base y mas largos que ellos; ovarios triloculares, multiovalados; capsula loculicida, coronada al principio por el perianto resistente, semillas negras aplanadas o comprimidas (Conzatti F, 1981).

2.10 Taxonomía de la Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) (Gentry, 1982).

División: Angiospermae
Clase: Liliopsida
Subclase: Liliales
Orden: Asparagales
Familia: Agavaceae
Subfamilia: Agavoideae
Genero: Agave
Subgénero: *Littaea*
Grupo: Marginatae
Especie: *A. victoriae-reginae* T. Moore (1875)
Sinonimias: *Agave consideranti* Carr. (1875)
Agave fernandi-regis Berger (1915)
Agave nickelsii R. Grosselin (1895)

Descripción taxonómica Gentry (1982). Planta variable pequeña, compacta, solas a cespitosas, tallos cortos sin ramificaciones. Hojas cortas, verdes con líneas blancas, conspicuas, estrechamente imbricadas, de 15-20 cm de largo (menos de 25 cm \times 4-6 cm de ancho), línea ovalada, redondeada en el ápice, rígido, grueso, plana a cóncava en la parte alta, redondeada a afilada en la parte inferior de la quilla; margen blanco, endurecido, sin dientes, 2-5 mm de ancho, continuo hasta la base; espinas terminales 1-3, 1.5-3 cm de longitud, triangular-cónica, tubuladas, muy anchas en la base, con una ranura ancha en la parte superior, quilla negra, redondeada en la parte inferior. Inflorescencia espigada, 3.5 m de alto, erecta.

Flores de manera densa de la mitad hacia el ápice, el pedúnculo con brácteas cartáceas, flores en pares o triadas, sobre pedicelos cortos de 40-46 mm de longitud, con diversos colores, los tépalos y estambres frecuentemente

matizados de rojo a púrpura. Tépalos de 18-20 x 5-6 mm, lineares, apicalmente redondeados, extendidos, los filamentos cerrados al término de la antesis y erectos, al inferior fuertemente aquillado. Estambres con filamentos de 45-50 mm de longitud, insertados sobre un tubo circular; anteras 18-21 mm de longitud, fusiforme, con cuello corto, tubo poco profundo, extendido, 3 x 8-10mm; frutos ovoides a oblongas, de 17-20 x 10-13 mm, redondeadas en la base, apiculadas. Semillas 3-5 x 3.5 mm, hemisféricas a la crimiformes, afilada sobre las caras, el margen alado.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación geográfica del experimento

El trabajo se efectuó totalmente en condiciones de vivero durante el periodo abril 2007 - noviembre 2007 en las instalaciones de la “Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro” Unidad Laguna, ubicada dentro del municipio de Torreón Coahuila, situado a una altitud de 1100 msnm y dentro de las coordenadas geográficas 25° 32' 51" de latitud Norte y 103° 26' 53" de longitud oeste, con clima seco desértico con lluvias en verano, precipitación media anual de 230 mm, temperatura media anual de 19 a 22°C según Koppen. Los suelos presentes en la región de una estructura subangular, textura media, color café gris seco o café claro, con pH de 7.9 considerado en la clasificación textural como franco.

3.2 Material biológico

Se utilizaron 180 plantas de *Agave victoriae-reginae* de 10 meses de edad obtenidas del vivero de la UAAAN U-L.

3.3 Variables evaluadas.

Longitud de la hoja. Se seleccionaron las tres últimas hojas brotadas de cada planta de todos los tratamientos y se midió su longitud.

Ancho de la hoja. Al igual que en la variable anterior se seleccionaron las tres últimas hojas de cada planta y se midió el ancho.

Dosel de la planta. Se midió el dosel de cada planta.

Numero de hojas. Se midió el número de hojas de cada planta.

Peso fresco. Se seleccionaron 12 plantas de cada tratamiento, se extraían y se lavaron las hojas y las raíces con el fin de eliminar el sustrato, se colocaba en papel canela para que se secase, por ultimo se determinaba su peso en una

balanza digital, primero se pesaba la planta completa y después se pesaba por separado las raíces y el tallo.

Peso seco. Una vez determinada el peso fresco las plantas se colocaban en bolsas de papel canela previamente etiquetadas y se colocaron en la estufa de secado a una temperatura constante de 65°C durante tres días, una vez que las muestras estaban totalmente secas, se determinaba de igual forma su peso en una balanza digital.

3.4 Tratamientos aplicados

Tratamiento 1: micorriza nativa, son esporas de hongos benéficos que se aislaron de suelo de planta de agave en campo, los cuales forman una asociación con la raíz de la planta para mejorar la absorción de los nutrientes.

Tratamiento 2: micorriza comercial, son esporas que se adquirieron en el mercado, “PHC Hortic Plus” además contienen bacterias benéficas ayudan a la raíz de la planta para absorber mejor los nutrientes.

Tratamiento 3: Testigo, agua corriente

3.5 Establecimiento del proyecto

Se cuenta con infraestructura, vivero cubierto con malla sombra donde se estableció el experimento.

El sustrato que se utilizó fue peatmoss[®], con el cual se llenaron 180 vasos de plástico de 500ml.

Se procedió a trasplantar las 180 plantas de *Agave victoriae-reginae*, que se encontraban en charolas de plástico, con una edad de 10 meses.

Una vez trasplantadas las plantas requeridas, se procedió a rotular los vasos con plumón indeleble los datos necesarios para su identificación, quedando de la siguiente manera:

Numero de tratamiento	Datos rotulados	Significado
Tratamiento 1	T1 R1 P1-15 M.N.	Tratamiento 1 Repetición 1 Planta 1 de 15 Micorriza nativa.
Tratamiento 1	T1 R2 P1-15 M.N.	Tratamiento 1 Repetición 2 planta 1 de 15 Micorriza nativa
Tratamiento 1	T1 R3 P1-15 M.N.	Tratamiento 1 Repetición 3 planta 1 de 15 Micorriza nativa
Tratamiento 1	T1 R4 P1-15 M.N.	Tratamiento 1 Repetición 4 planta 1 de 15 Micorriza nativa
Tratamiento 2	T2 R1 P1-15 M.C.	Tratamiento 2 Repetición 1 Planta 1 de 15 Micorriza comercial.
Tratamiento 2	T2 R2 P1-15 M.C.	Tratamiento 2 Repetición 2 Planta 1 de 15 Micorriza comercial.
Tratamiento 2	T2 R3 P1-15 M.C.	Tratamiento 2 Repetición 3 Planta 1 de 15 Micorriza comercial.
Tratamiento 2	T2 R4 P1-15 M.C.	Tratamiento 2 Repetición 4 Planta 1 de 15 Micorriza comercial.
Tratamiento 3	T3 R1 P1-15 T.	Tratamiento 3 Repetición 1 Planta 1 de 15 Testigo.
Tratamiento 3	T3 R2 P1-15 T.	Tratamiento 3 Repetición 2 Planta 1 de 15 Testigo.
Tratamiento 3	T3 R3 P1-15 T.	Tratamiento 3 Repetición 3 Planta 1 de 15 Testigo.
Tratamiento 3	T3 R4 P1-15 T.	Tratamiento 3 Repetición 4 Planta 1 de 15 Testigo.

Nota: Se utilizaron 60 plantas para cada tratamiento y 15 para cada repetición.

Con los vasos rotulados para cada tratamiento y sus repeticiones se ubicaron las plantas en el vivero como se muestra en el siguiente cuadro.

3.6 Esquema del diseño experimental.

Planta.	Tratamientos											
	Micorriza nativa				Micorriza comercial				Testigo			
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
4	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
5	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
6	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
7	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
8	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
9	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
10	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
11	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
12	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
13	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
14	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
15	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

R1= Repetición 1

R2= Repetición 2

R3= Repetición 3

R4= Repetición 4

3.7 Procedimiento para aislar esporas nativas

Usando 250gr. de suelo se hace una suspensión en un litro de agua. Se deja reposar la suspensión algunos segundos para que las partículas graves se sedimenten. Se tamiza el sobrenadante usando tamices de diferente tamaño de poros empezando con el tamiz con poros de 1mm. Se colecta la suspensión tamizada y se agita; se deja reposar pocos segundos y se decanta por el tamiz de 710µm. Se sigue haciendo con los tamices con cobertura de poros de 420µm, 250µm, 149µm, 105µm, 74µm y 44µm. Se pasan las fracciones separadas a un tubo de ensayo, se le agrega sacarosa, se agita y se coloca en la centrifuga a 1800 revoluciones por segundo, se retira de la centrifuga se tira el sobrenadante, y lo que queda suspendido en el tubo de ensayo se lava con agua, esto se hace en el tamiz de 44µm para que las esporas no se pierdan, se colecta la suspensión y se guarda listo para ser usado.

Se tomo una muestra de una décima de mililitro para saber cuantas esporas contienen, esto dio un resultado promedio de 10 esporas por decima de mililitro.

Se aplicó un mililitro de agua/planta que contenía un promedio de 100 esporas de hongos micorrizicos, cepa nativa, al tratamiento 1.

Se aplico 5g de suelo disuelto en agua/ planta que contenía un promedio de 100 esporas de hongos micorrizicos, cepa comercial, al tratamiento 2.

Los riegos se realizaron 2 veces/semana para todos los tratamientos.

La evaluación se realizo a los 0 y 240 días (8 meses). Se tomaron datos al inicio y al final del experimento.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 Interpretación de resultados

El análisis estadístico del presente trabajo se realizó con el programa SAS (Statistics Analysis System), el diseño estadístico utilizado fue bloques al azar con 4 repeticiones.

Para la variable longitud de la hoja los resultados estadísticos para los tratamientos no tuvieron significancia debido a que no hubo diferencia estadística entre ellos.

Para el ancho de la hoja los resultados estadísticos para los tratamientos fueron muy significativos debido a que se encuentra una amplia diferencia entre ellos en cuanto a la variable promedio de ancho de la hoja de la planta.

Estos resultados muestran que el tratamiento 2 fue el que presentó mayor diferencia entre medias con mayor valor obtenido para esta variable.

Para el dosel de la planta los resultados estadísticos para los tratamientos fueron altamente significativos debido a que se encontró una amplia diferencia entre ellos en cuanto a la variable promedio del dosel.

Estos resultados muestran que el tratamiento 2 fue el que presentó mayor diferencia entre medias para esta variable.

Para el número de hojas los resultados estadísticos para los tratamientos fueron altamente significativos debido a que se encuentra una amplia diferencia entre ellos en cuanto a la variable promedio del número de hojas de la planta.

Estos resultados muestran que el tratamiento 2 fue el que presentó mayor diferencia entre medias con mayor valor obtenido para esta variable.

Para la variable peso fresco de la raíz los resultados estadísticos para los tratamientos no fueron significativos debido a que no se encuentra una amplia diferencia entre ellos en cuanto a la variable promedio de peso fresco de la raíz de la planta, en relación al testigo si hubo diferencia.

Estos resultados muestran que el tratamiento 2 fue el que presento mejor resultado entre medias con mayor valor obtenido para esta variable.

Para el peso fresco del tallo de la planta los resultados estadísticos para los tratamientos fueron altamente significativos debido a que se encontró una amplia diferencia entre ellos en cuanto a la variable promedio del peso fresco del tallo.

Estos resultados muestran que el tratamiento 2 fue el que presento mejor resultado para esta variable.

Para el peso seco de la raíz de la planta los resultados estadísticos para los tratamientos fueron significativos debido a que se encuentra una diferencia entre ellos en cuanto a la variable promedio del peso seco de la raíz de la planta.

Estos resultados muestran que el tratamiento 2 y 1 fue el que presento mejor resultado para esta variable.

Cuadro 1. Resultados estadísticos para longitud de la hoja

F.V	G.L	S.C	C.M	Fcal
Tratamiento	2	0.15	0.07	0.23 ns
Coeficiente de variación: 39.76				

Cuadro 2. Resultados estadísticos para ancho de la hoja

F.V	G.L	S.C	C.M	Fcal
Tratamientos	2	3.47	1.73	27.53**
Coeficiente de variación: 41.53				

Cuadro 3. Resultados estadísticos para dosel de la planta

F.V	G.L	S.C	C.M	Fcal
Tratamiento	2	18.03	9.01	12**
Coeficiente de variación: 36.64				

Cuadro 4. Resultados estadísticos para el número de hojas

F.V	G.L	S.C	C.M	Fcal
Tratamiento	2	38.97	19.48	7.93**
Coeficiente de variación: 27.286				

Cuadro 5. Resultados estadísticos para peso fresco de la raíz

F.V	G.L	S.C	C.M	Fcal
Tratamiento	2	47.23	23.61	8.20
Coeficiente de variación: 55.02				

Cuadro 6. Resultados estadísticos para peso fresco del tallo

F.V	G.L	S.C	C.M	Fcal
Tratamientos	2	1007.05	503.52	16.81**
Coeficiente de variación: 43.58				

Cuadro 7. Resultados estadísticos para peso seco raíz

F.V	G.L	S.C	C.M	Fcal
Tratamiento	2	2.46	1.23	10.79**
Coeficiente de variación: 43.97				

Cuadro 8. Resultados estadísticos para peso seco tallo

F.V	G.L	S.C	C.M	Fcal
Tratamiento	2	27.41	13.70	21.89**
Coeficiente de variación: 36.47				

Cuadro 9. Comparación de medias (longitud de la hoja)

TRATAMIENTO	MEDIAS
1	1.47
2	1.47
3	1.41

Cuadro 10. Comparación de medias (ancho de la hoja)

TRATAMIENTOS	MEDIAS
1	0.63
2	0.75
3	0.42

Cuadro 11. Comparación de medias (dosel de la planta)

TRATAMIENTOS	MEDIAS
1	2.11
2	2.81
3	2.17

Cuadro 12. Comparación de medias (numero de hojas)

TRATAMIENTOS	MEDIAS
1	6.70
2	7.73
3	6.80

Cuadro 13. Comparación de medias (peso fresco raíz)

TRATAMIENTO	MEDIAS
1	3.35
2	3.52
3	2.36

Cuadro 14. Comparación de medias (peso fresco tallo)

TRATAMIENTOS	MEDIAS
1	11.53
2	15.82
3	10.30

Cuadro 15. Comparación de medias (peso seco raíz)

TRATAMIENTOS	MEDIAS
1	0.81
2	0.88
3	0.60

Cuadro 16. Comparación de medias (peso seco tallo)

PESO SECO TALLO	
TRATAMIENTOS	MEDIAS
1	2.10
2	2.67
3	1.72

4.2 Análisis de varianza

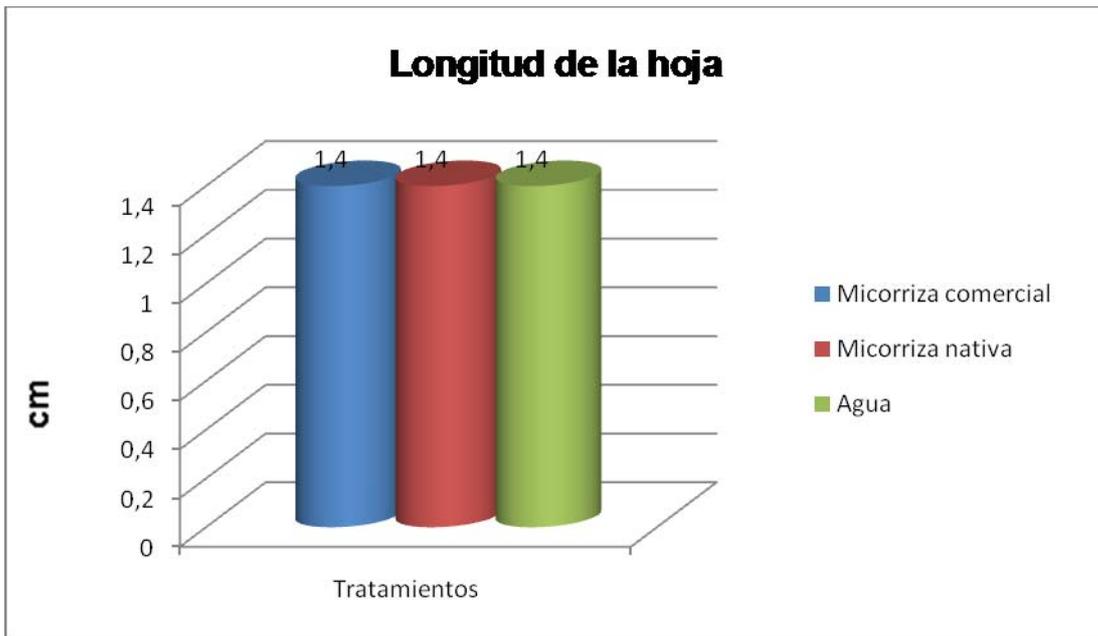
En cuanto al análisis de varianza para la variable longitud de la hoja (LH) en referencia a los tratamientos no existió diferencia significativa entre ellos mediante la Diferencia Mínima Significativa ya que todos los tratamientos utilizados en el presente trabajo para esta característica tuvieron el mismo efecto en los 3 tratamientos.

El análisis de varianza para el ancho de la hoja (AH), dosel (DO) de la planta y número de hojas (NH) de la planta indica en referencia a los tratamientos que existe una alta diferencia entre ellos pudiendo determinar que el tratamiento 2 (micorriza comercial) es mejor que el tratamiento 1 (micorriza nativa) y que el tratamiento 3 (testigo).

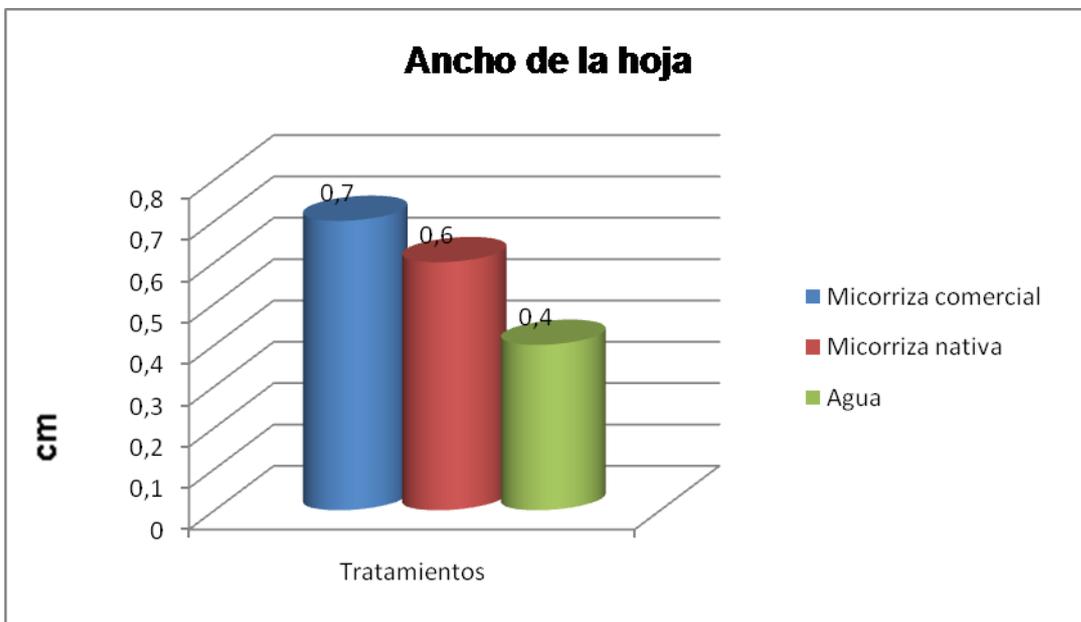
A través del análisis de varianza para la variable peso fresco de raíz (PFRR) y peso fresco del tallo (PFRT), en referencia a los tratamientos que existe una diferencia entre ellos pudiendo determinar que el tratamiento 2 (micorriza comercial) es mejor que el tratamiento 1 (micorriza nativa) y que el tratamiento 3 (testigo).

Al realizar el análisis de varianza para el peso seco de la raíz (PSER) de la planta indica en referencia a los tratamientos que existe una diferencia pequeña entre ellos pudiendo determinar que el tratamiento 2 (Micorriza comercial) y el tratamiento 1 (Micorriza nativa) son similares y mejores que el tratamiento 3 (testigo).

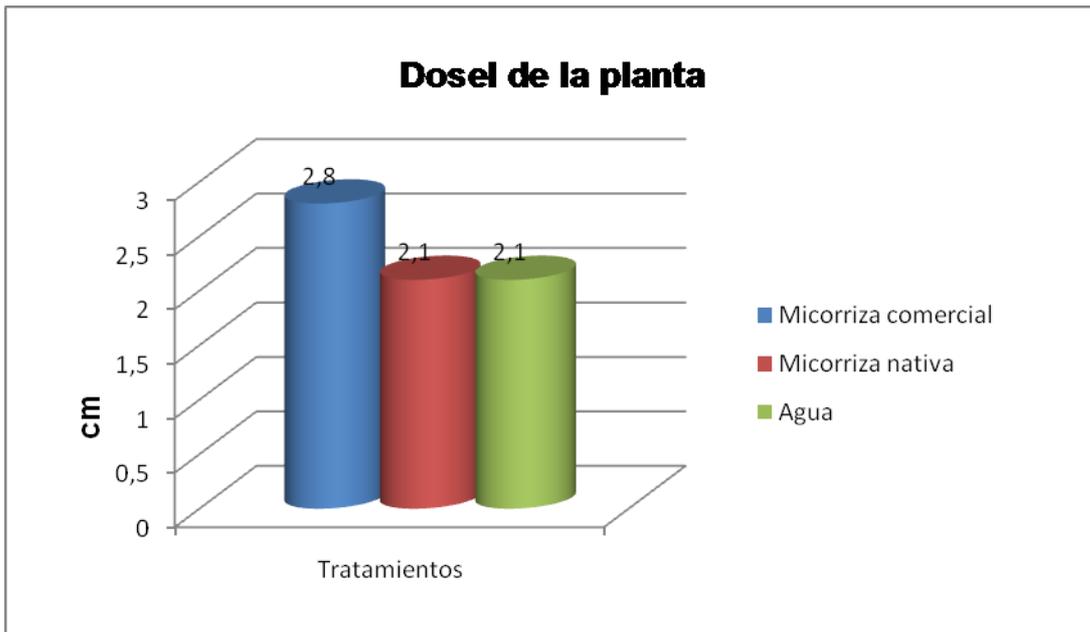
Se determino en el análisis de varianza para el peso seco del tallo (PSET) de la planta indica en referencia a los tratamientos que existe una alta diferencia entre ellos pudiendo determinar que el tratamiento 2 (Micorriza comercial) es mejor que el tratamiento 1 (Micorriza nativa) y que el tratamiento 3 (testigo).



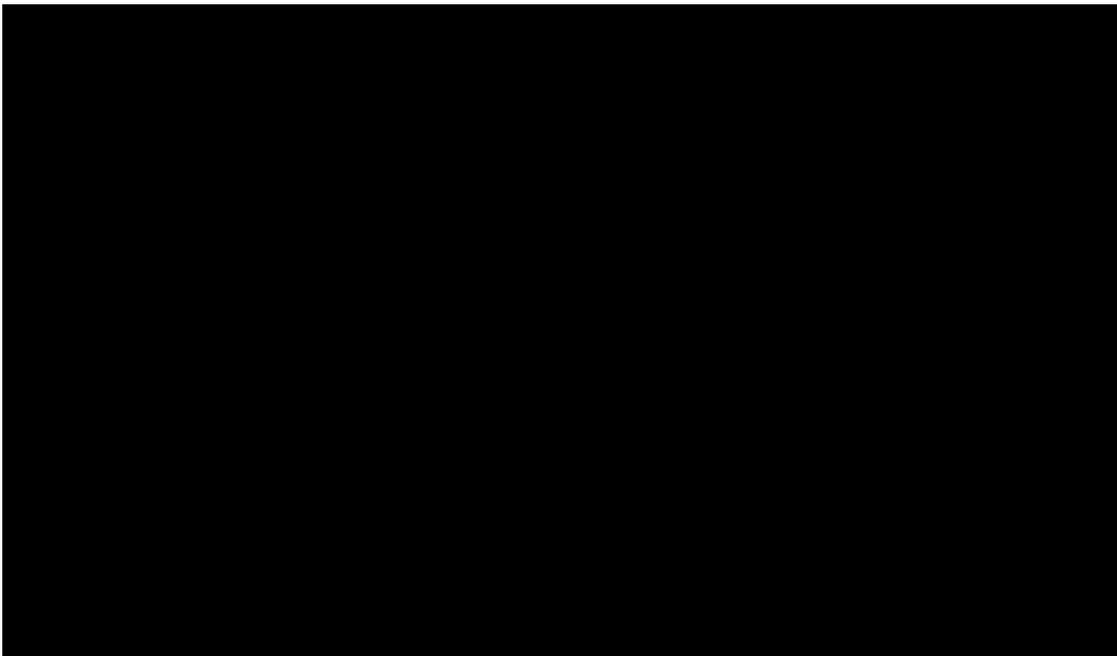
Grafica 1. Valor promedio para la longitud de las hojas de las plantas después de 8 meses de tratamiento. T1 Micorriza Nativa, T2 Micorriza Comercial, T3 Agua. Coeficiente de probabilidad de 0.05



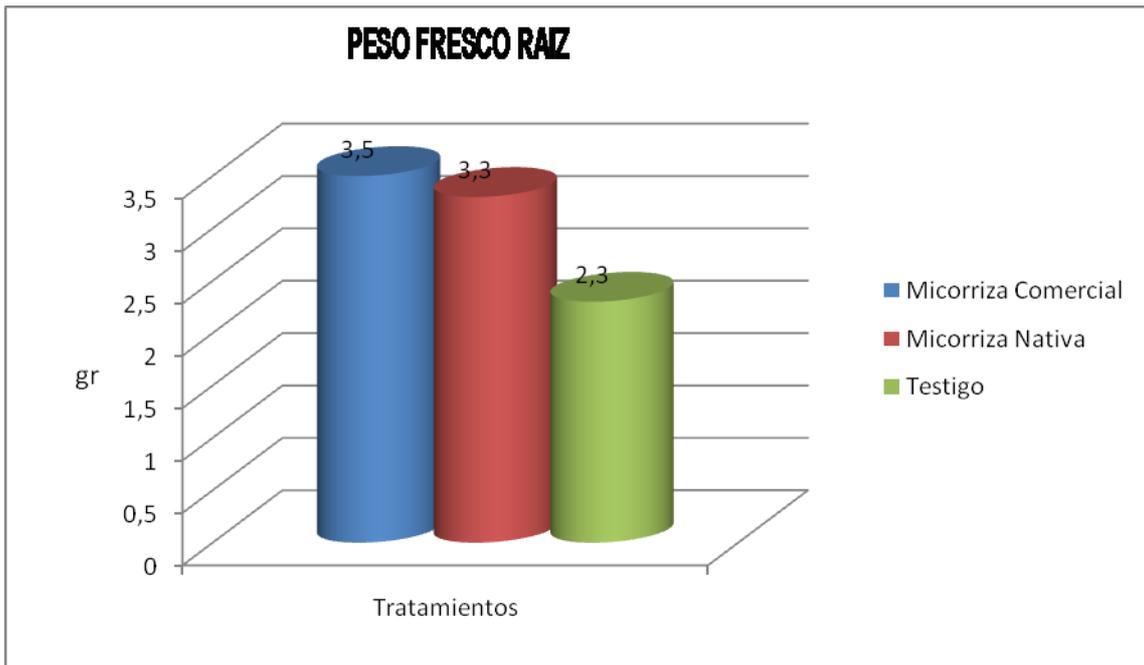
Grafica 2. Valor promedio del ancho de las hojas de las plantas después de 8 meses de tratamiento. T1 Micorriza Nativa, T2 Micorriza Comercial, T3 Agua. Coeficiente de probabilidad de 0.05



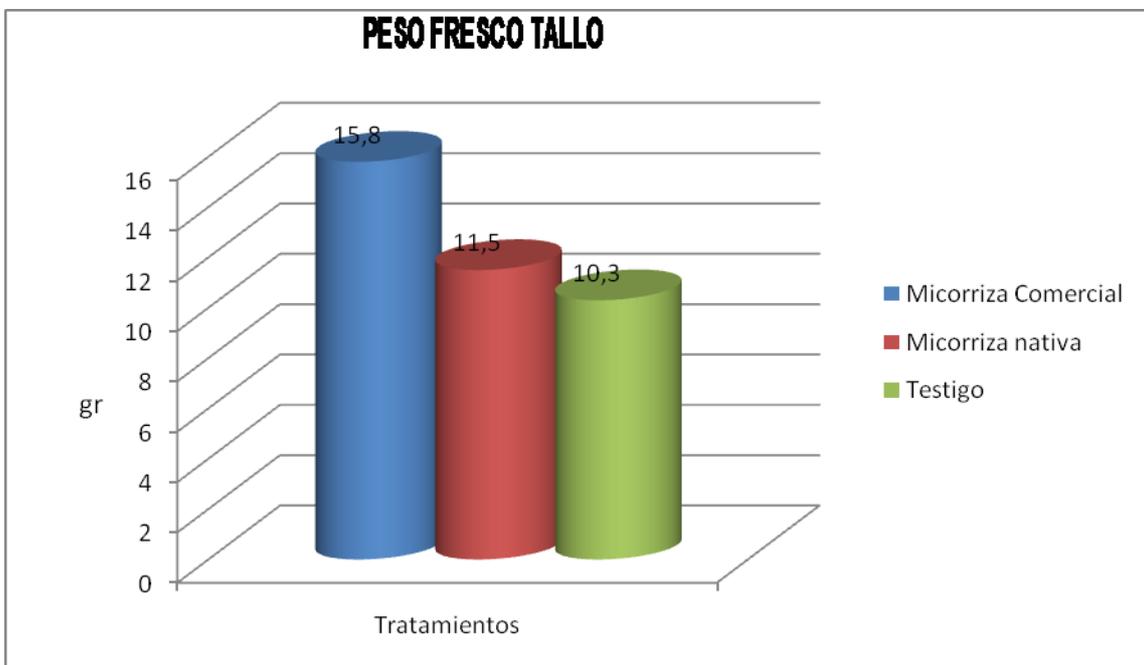
Grafica 3. Valor promedio del dosel de las plantas después de 8 meses de tratamiento. T1 Micorriza Nativa, T2 Micorriza Comercial, T3 Agua. Coeficiente de probabilidad de 0.05



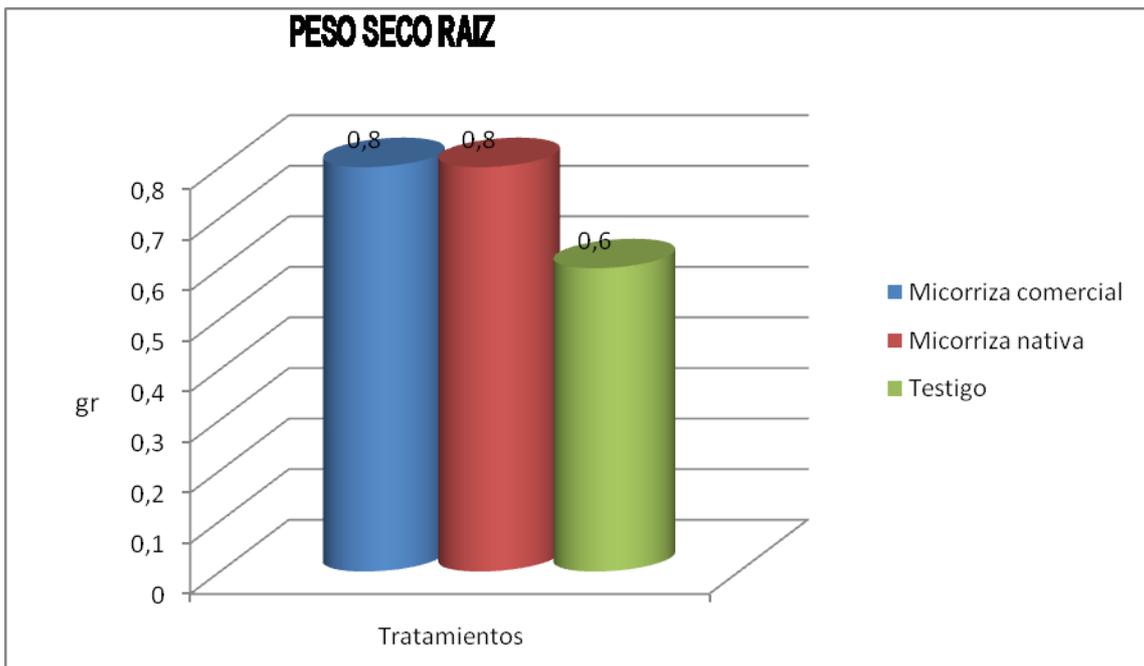
Grafica 4. Valor promedio del número de hojas de las plantas después de 8 meses de tratamiento. T1 Micorriza nativa, T2 Micorriza comercial, T3 Agua. Coeficiente de probabilidad de 0.05



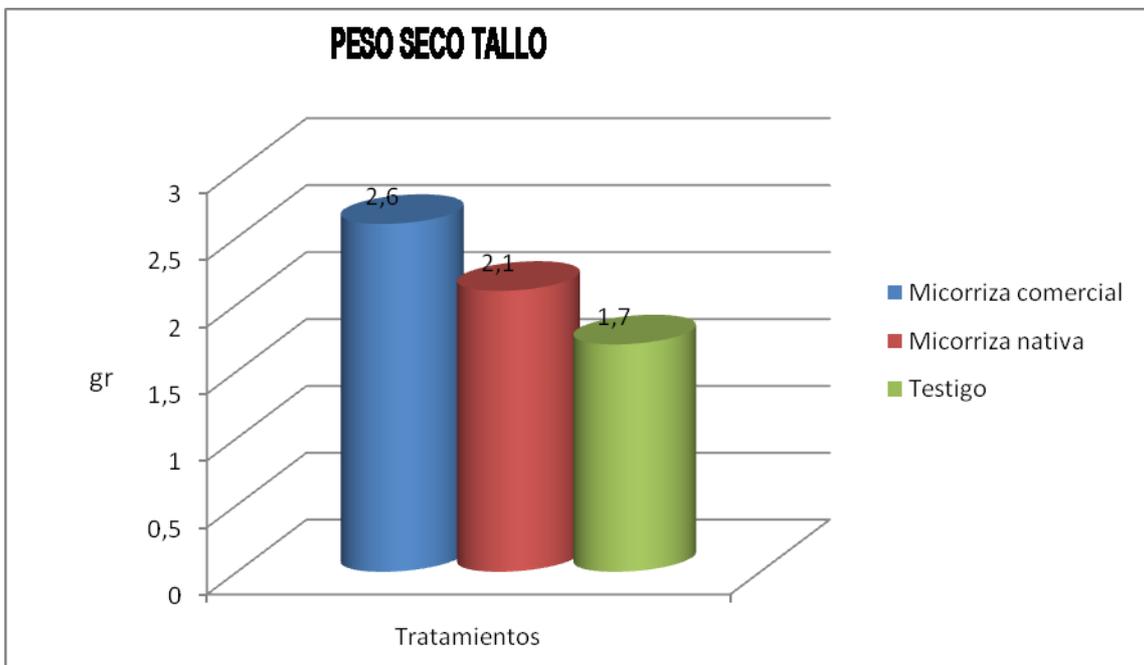
Grafica 5. Valor promedio para el peso fresco de la raíz de las plantas después de 8 meses de tratamiento. T1 Micorriza Nativa, T2 Micorriza Comercial, T3 Agua. Coeficiente de probabilidad de 0.05



Grafica 6. Valor promedio para el peso fresco del tallo de las plantas después de 8 meses de tratamiento. T1 Micorriza Nativa, T2 Micorriza Comercial, T3 Agua. Coeficiente de probabilidad de 0.05



Grafica 7. Valor promedio para el peso seco de la raíz de las plantas después de 8 meses de tratamiento. T1 Micorriza Nativa, T2 Micorriza Comercial, T3 Agua. Coeficiente de probabilidad de 0.05



Grafica 8. Valor promedio para el peso seco del tallo de las plantas después de 8 meses de tratamiento. T1 Micorriza Nativa, T2 Micorriza Comercial, T3 Agua. Coeficiente de probabilidad de 0.05

4.3 Discusión

El análisis de peso seco; que es el crecimiento de biomasa de la planta, con la presencia de las endomicorrizas (Tratamiento 1 y 2) tiene un mayor aumento en la biomasa de la planta en comparación con el testigo (Tratamiento 3).

La diferencia entre el tratamiento 1 y 2 posiblemente se deba a la falta de una adecuada inoculación de esporas, ya que no se realizó la cuantificación de las mismas al momento de la aplicación en la endomicorriza nativa.

Hubo mayor aplicación de esporas en tratamiento 2 (comercial) que el tratamiento 1 (nativa)

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

5.1 conclusiones

- 1) El uso de endomicorrizas facilita el aumento de biomasa o crecimiento de las plantas.
- 2) Hay una similitud en el desarrollo de la estructura de la raíz en los usos de endomicorriza comercial y nativa; esto nos indica que favorece el desarrollo de esta estructura.
- 3) Las endomicorrizas facilitan la absorción de H₂O y nutrientes que se evalúan en el peso fresco de la planta.

BIBLIOGRAFÍA.

- Agüero, A. M. (1994). Potencial de reproducción sexual de la Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore). Facultad de biología. Gómez Palacios Durango, Escuela Superior de Biología: 86.
- Alanis, G. J., Velazco, C. G., Foroughbakhch, R., Valdez, V., Alvarado M. A. (2004). "Diversidad Florística de Nuevo León: Especies en categoría de riesgo." *Ciencia UANL VII*: 2009-218.
- Barr, A. J. (1989). *Statistical Analysis Systems. SAS*. Carolina del Norte, Estados Unidos Institute, Inc.
- Beltrano, J. y Ronco, M. G. (2008). Improved tolerance of wheat plants (*Triticum aestivum* L.) to drought stress and rewatering by the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus claroideum*: effect on growth and cell membrane stability. *Braz. J. Plant Physiol.* 20: 1, 29-37.
- Borie, F. R., Rubio, R., Morales, A. (2008). Hongos micorrícicos arbusculares y agregación de suelo. *R.C. Suelo Nutr. Veg.*, 8: 2., 9-18.
- Borie, F. R., Rubio, R., Morales, A. (2000). Relación entre densidad de hifas de hongos micorrizógenos arbusculares y producción de glomalina con las características físicas y químicas de suelos bajo cero labranza. *Revista Chilena de Historia Natural.* 73: 4., 749-756.
- Carmago-Ricalde, S. L. (2008). Diversidad de hongos micorrizógenos arbusculares asociada a la diversidad de plantas. Instituto Nacional de Ecología, D.F., México, Pp. 27-29.
- Cervantes, M. C. (2001). Los agaves (*Agave* spp). Instituto de Geografía Nacional UNAM Volumen, 101 (en línea) <http://www.igeograf.unam.mx/instituto/publicaciones/temas-sel/plazorico/art4.pdf> Fecha de consulta 31-01-09.
- Conzatti, F. (1981). Flora Taxonómica Mexicana. Historia Natural. Tomo 11 México Pp. 87-88.

- Crovetto C. (2000). "La cero labranza permanente y la disponibilidad de nutrientes para las plantas". Mar del Plata, 1: 41.
- Cuenca, G., A. Cáceres, G. Oirdobro, Z. Hasmy, C. Urdaneta (2007). "Las micorrizas arbusculares como alternativa para una agricultura sustentable en áreas tropicales." Asociación Interciencia: 32.
- Cuenca, G., Andrade, Z., Lovera, M. (2002). El uso de arbustos nativos micorrizados para la rehabilitación de áreas degradadas de la gran sabana, estado bolívar, venezuela. *Revista Interciencia*, 27: 4, 165-172.
- Eguiarte, L. E., Duchua, X. A., Munive, M. R., Díaz, C. T., Montellano, A. S., Vázquez, A. V. (2003). "Diversidad Genética en dos Especies Mezcaleras." Departamento de Ecología Evolutiva: 32.
- Eguiarte L. E., J. Larson-Guerra, J. Nuñez-Farfan, A. Martínez-Palacios, K. S. Prado, H. T. Arita (1999) "Diversidad filogenética y conservación: ejemplos a diferentes escalas y una propuesta a nivel poblacional para *Agave victoriae-reginae* en el desierto de Chihuahua, México" *Revista Chilena de Historia Natural*, 72: 475-491.
- Flores, C. y Cuenca, G. (2004). Crecimiento y dependencia micorrízica de la especie pionera y polenectarífera *Oyedaea verbesinoides* (Tara Amarilla), Asteraceae. *Revista Interciencia*, 29: 11, 632-637.
- García-Mendoza, A. (2001). Riqueza y endemismo de la familia Agavaceae en México. In: Conservación de plantas en peligro de extinción: Diferentes enfoques. Instituto de Biología. México, UNAM: 235.
- Garcidueña, M. R. (1993) Fisiología Vegetal Aplicada. México, Interamericana. Pp. 273.
- Gentry, H. S. (1982). Agaves of Continental North América. Tucson Arizona, The University of Arizona Press.
- González-Chávez, M. C. A., Alarcón A. y Ferrera-Cerrato R. (2008). Biodiversidad funcional de los hongos micorrícicos arbusculares en zonas áridas y semiáridas. Instituto Nacional de Ecología, México, 13-14
- Guerrero, F. E. (1996). Micorrizas. Recurso biológico del suelo. Fen Santafe de Bogotá, Pp 22-23.
- Joner E. J. y Johansen A. (2000). Phosphatase activity of external hyphae of two arbuscular mycorrhizal fungi. *Mycol. Res.* 104: 81-86.
- Lovera, M. y Cuenca, G. (2007). Diversidad de hongos micorrícicos arbusculares (hma) y potencial micorrícico del suelo de una sabana natural

y una sabana perturbada de la gran sabana, *Revista Interciencia*, 32: 2, 108-114.

Martínez-Palacios, A., Eguiarte, L. E., Furnier, G. R. (1999). "Genetic Diversity of the Endangered Endemic *Agave victoriae-reginae* (Agavaceae) in the Chihuahuan Desert." *American Journal of Botany* 86: 7.

Martínez-Palacios, A. y Chávez-Apila V. M. (1996). "Evaluación Genética y Demografía de *Agave victoriae-reginae* T. Moore y Aplicación de Cultivo de Tejidos para su conservación." *Área de conocimiento Ecológico y Genético UNAM*: 49.

Melloni, R., Siqueira, J. O. M., Souza F. M. (2003). Fungos micorrízicos arbusculares em solos de área de mineração de bauxita em reabilitação. *Pesq. agropec. bras.* 38: 22, 267-276.

Millaleo, M, R., Montecino, U. C., Rubio, H. R., Contreras, N. A., Borie B. F. (2006). Efecto de la adición de compost sobre propágulos micorrízicos arbusculares en un suelo volcánico del centro sur de Chile. *R.C. Suelo Nutr. Veg.* 6: 3, 26-39.

Mitton, J. B. y M. C. Grant (1996). "Associations among protein Heterozygosity, grow rate and Developmental homeostasis." *BioScience* 46: 25-31.

Nobel, P. S. (1998). *Los incomparables Agaves y Cactus*. México, Trillas. Pp. 211.

Peña-Venegas, C. P., Cardona, G. I., Arguelles, J. H., Arcos A. L. (2007) "Micorrizas arbusculares del sur de la Amazonia colombiana y su relación con algunos factores fisicoquímicos y biológicos del suelo." *Acta Amazónica*, 37: 3, 327-336.

Ramírez, B. D., Cervantes, G. G., Wong, C. J. A., Hernández, A. F., Cohen I. S. (2004). "Morfología de plántulas de Noa (*Agave victoriae-reginae*) analizadas por imagen como estudio de aproximación." *Agrofaz: publicación semestral de investigación científica* 4: 649-656.

Rojas, G. A., J. P. L. Solano, J. E. Rodríguez (2007). "Diversidad Genética en Poblaciones de Agaves Pulqueros (*Agave ssp*) del Nororiente del estado de México." *Sociedad Mexicana de Fitogénica* 30: 12.

Salamanca, S. C. R., M. R. Silva H. (1998). Las Micorrizas como alternativa para el manejo sostenible de los agroecosistemas tropicales. *Revista Corpoica*, 7-18

Schalamuk, S., Chidichimo, H., Cabello, M. (2007). Variaciones en la composición de especies de Glomeromycota (Fungi) en un cultivo de trigo bajo distintos sistemas de labranza. *Bol. Soc. Argent. Bot.*, 42:1-2, 45-53.

- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2002). NORMA Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, 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: 85.
- Serralde O. A. M., M. M. Ramírez G. (2004). Análisis de poblaciones de micorrizas en maíz (*Zea mays*) cultivado en suelos ácidos bajo diferentes tratamientos agronómicos, Revista Corpoica. 5:1.
- Sieverding, E. (1991). Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems. Germany, 367
- Souza, V. C., R. A. Silva, G. D. Cardoso, A. F. Barreto (2006). Estudios sobre hongos micorrízicos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 10: 3, 612-618.
- Subramanian, K. S. y Christiane, C. (2008). Micorriza arbuscular y manejo bajo sequía. Instituto Nacional de Ecología, D.F. México, 57-59
- Urcelay, C. y Battistella, R. (2007). Colonización micorrícica en distintos tipos funcionales de plantas herbáceas del centro de Argentina. *Ecología Austral*, 17: 2, 179-188.
- Villarreal, J. A. (2001). "Listados Florísticos de México: Flora de Coahuila." Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México XVIII.
- Villarreal-Quintanilla, J. A. y J. A. Encina-Domínguez (2005). "Plantas Vasculares Endémicas de Coahuila y Alguna Aéreas adyacentes, México." *Acta Botánica Mexicana* 70: 1-46.
- Zsogon, A. R., L. M., B. V. Augusto, A. V. Oliveira, F., L. E. Pereira, P. (2008). Reduced arbuscular mycorrhizal colonization in tomato ethylene mutants. *Depto. de Ciencias Biológicas*, 65: 3, 259-267.

APENDICE

Datos obtenidos de la medición realizada al inocular las esporas de los hongos micorrizicos, primera lectura abril 2008

Tratamiento 1																			
planta	Repetición 1				planta	Repetición 2				planta	Repetición 3				planta	Repetición 4			
	LH	AH	DOP	NH		LH	AH	DOP	NH		LH	AH	DOP	NH		LH	AH	DOP	NH
1	2,5	0,6	5,4	4	1	2	0,5	5,3	4	1	2	0,5	6,2	4	1	3	0,6	5,6	4
2	2	0,4	5,9	4	2	2,5	0,6	4,6	4	2	2,2	0,7	4,6	4	2	2,6	0,6	4,5	4
3	2,6	0,6	5,1	4	3	3,6	0,8	6	4	3	3,2	0,9	6,5	4	3	2,6	0,8	5,3	4
4	2,2	0,8	5,2	4	4	3,1	0,7	6,5	4	4	2	0,8	4,2	4	4	2	0,7	4,2	4
5	3,1	0,8	7,2	4	5	2,6	0,8	4	4	5	1,9	0,3	4,5	4	5	2,6	0,7	5,7	4
6	2,5	0,5	7,2	4	6	2,8	0,6	6,5	4	6	1,9	0,4	4,6	4	6	3,5	0,8	5,7	4
7	3,4	0,9	6,5	4	7	2,5	0,6	5,8	4	7	2,1	0,8	4,5	4	7	3,9	0,9	6,1	4
8	2,7	0,6	6,5	4	8	3,3	0,6	6,5	4	8	2	0,5	3,5	4	8	3,9	0,7	5,7	4
9	2,4	0,7	5,4	4	9	3,4	0,9	6,3	4	9	2,6	0,4	5,6	4	9	3,5	0,7	4,6	4
10	2,3	0,6	6,7	4	10	2	0,5	5,3	4	10	2	0,5	5,9	4	10	3,5	0,8	5,2	4
11	2,5	0,5	6,0	4	11	2	0,4	5,5	4	11	2,9	0,9	5,5	4	11	3,1	0,7	6,5	4
12	2,2	0,5	5,8	4	12	3,1	0,7	7	4	12	2,6	0,8	5,1	4	12	2,6	0,4	5,6	4
13	2,3	0,7	5,4	4	13	3,5	0,7	7,5	4	13	2,2	0,4	4,6	4	13	2,4	0,6	5,1	4
14	2	0,6	5	4	14	2,1	0,5	5,5	4	14	1,7	0,3	5	4	14	2,5	0,5	5,8	4
15	3,6	0,7	5	4	15	2,6	0,6	5,6	4	15	2,5	0,6	5,7	4	15	3,6	0,6	6,7	4

Tratamiento 2

planta	Repetición 1				planta	Repetición 2				planta	Repetición 3				planta	Repetición 4			
	LH*	AH*	DOP*	NH		LH*	AH*	DOP*	NH		LH*	AH*	DOP*	NH		LH*	AH*	DOP*	NH
1	2,1	0,3	6,4	4	1	4	0,5	6,4	4	1	2,2	0,4	5,5	4	1	3	0,8	5,8	4
2	2	0,4	6,2	4	2	4	0,7	6,2	4	2	2,9	0,8	4,5	4	2	3,3	1	5,5	4
3	2,5	0,4	6,4	4	3	2,2	0,5	6,6	4	3	2,6	0,5	6,1	4	3	2	0,4	6,2	4
4	2,6	0,8	5,4	4	4	3,1	0,4	7,5	4	4	3	0,4	7,2	4	4	2,5	0,5	5,5	4
5	2,4	0,9	5	4	5	3,5	0,6	6	4	5	3	0,5	6,2	4	5	2,1	0,5	4,5	4
6	3,5	0,4	5,3	4	6	2	0,5	6,8	4	6	2,7	0,4	4,2	4	6	2,3	0,7	6,5	4
7	1,8	0,4	4,3	4	7	2,9	0,5	6,2	4	7	2,8	0,3	4,7	4	7	3,5	0,4	7	4
8	2,5	0,4	5	4	8	2	0,2	5,2	4	8	3,1	0,6	5,3	4	8	3,4	0,9	6,5	4
9	2,2	0,6	4,5	4	9	2,5	0,2	5,5	4	9	1,6	0,4	5,1	4	9	3	0,5	6,9	4
10	2,6	0,5	4,8	4	10	3	0,6	6,4	4	10	2,3	0,4	5,9	4	10	2,5	0,6	6,7	4
11	2,1	0,5	6	4	11	2	0,4	4	4	11	2,2	0,3	5,6	4	11	4	0,8	6,5	4
12	3,7	1	5,6	4	12	1,7	0,4	5,3	4	12	3	0,4	5,1	4	12	3	0,9	5,1	4
13	3,7	0,5	4,5	4	13	2,8	0,7	5,4	4	13	2,5	0,4	5,5	4	13	3,6	0,8	6,3	4
14	3,5	0,4	7,8	4	14	2	0,4	5,1	4	14	2,6	0,6	6	4	14	3,3	0,8	6,4	4
15	1,5	0,5	6,2	4	15	2,3	0,4	5,4	4	15	2	0,4	5	4	15	3,9	0,6	6,5	4

Tratamiento 3																			
planta	Repetición 1				planta	Repetición 2				planta	Repetición 3				planta	Repetición 4			
	LH*	AH*	DOP*	NH		LH*	AH*	DOP*	NH		LH*	AH*	DOP*	NH		LH*	AH*	DOP*	NH
1	2,4	0,4	6	4	1	3,9	0,8	5,8	4	1	2,8	0,7	5,9	4	1	2,6	0,5	5,3	4
2	2,5	0,7	4,5	4	2	3,5	0,6	5,5	4	2	2,4	0,4	4,7	4	2	3,4	0,7	6,4	4
3	3,1	0,7	5,8	4	3	3	0,5	5,3	4	3	1,8	0,4	5,7	4	3	3	0,6	6,5	4
4	2,7	0,5	6,8	4	4	2,5	0,6	5,1	4	4	2,5	0,7	5	4	4	2,9	0,9	5,8	4
5	3,5	0,7	6,1	4	5	2,4	0,4	5,2	4	5	3,1	0,6	6	4	5	2	0,7	5,8	4
6	2,9	0,7	3,9	4	6	2,7	0,8	5,6	4	6	2	0,6	6,5	4	6	3,5	0,8	5,6	4
7	3,3	0,6	5	4	7	2,8	0,5	5,1	4	7	3,1	0,7	6,4	4	7	3	0,8	6,5	4
8	3,3	0,9	5,7	4	8	3	0,9	4,5	4	8	4,6	0,6	7,5	4	8	2,4	0,7	6	4
9	3	0,9	6	4	9	3,5	0,6	5,4	4	9	2,5	0,8	5,5	4	9	2,2	0,6	6,1	4
10	3	0,8	5	4	10	4	0,8	6,1	4	10	2,1	0,5	5,4	4	10	3,7	0,8	8,7	4
11	3,1	1	5,8	4	11	2,4	0,6	6,3	4	11	3,6	0,9	6,5	4	11	2,6	0,6	6,2	4
12	3,8	0,9	5,7	4	12	2,5	0,6	6,3	4	12	2,1	0,4	5,3	4	12	2,7	0,8	6,4	4
13	2,7	0,7	5,2	4	13	3,2	0,8	5,6	4	13	3,5	0,7	6,2	4	13	3,4	0,7	6,8	4
14	3,7	0,8	6,6	4	14	2,4	0,6	5	4	14	3,5	0,7	6,3	4	14	2,2	0,6	5,1	4
15	2,5	0,6	4,5	4	15	2,6	0,6	5,5	4	15	3,1	0,7	5,5	4	15	2,7	0,8	6	4

LH Longitud de la hoja **AH** Ancho de la hoja **DOP** Dosel de la planta **NH** Número de hojas.

Datos obtenidos en la segunda medición realizada en noviembre 2008

Tratamiento 1																			
planta	Repetición 1				planta	Repetición 2				planta	Repetición 3				planta	Repetición 4			
	LH*	AH*	DOP*	NH		LH*	AH*	DOP*	NH		LH*	AH*	DOP*	NH		LH*	AH*	DOP*	NH
1	3,1	1,1	6,7	11	1	3,3	1	7	10	1	4,4	1,3	8,7	13	1	4,4	1,2	7,7	12
2	4,2	1,6	7,5	9	2	3,9	1,5	7,1	9	2	3,5	1,1	7,9	12	2	4	0,9	5,7	12
3	4,5	1,3	7,5	12	3	4,6	1,2	8,5	12	3	4,3	1,2	7,6	10	3	4,1	1,2	7,9	8
4	3	1,7	7,2	12	4	3,6	1,1	7,4	11	4	3,3	1,7	7	9	4	3,1	1,5	6,9	11
5	3,8	1,9	7,5	9	5	3,9	1,3	6,7	10	5	4,2	1,3	8,3	10	5	3,5	1,3	6,8	11
6	4,8	1,5	8,9	12	6	5	1,4	9	14	6	4	1,3	7,3	8	6	4,4	1,1	7,9	10
7	3,8	1,2	7	9	7	3,4	1,4	7,8	12	7	3,5	1,3	6,3	10	7	4,9	1,1	7,2	12
8	3,7	1,3	7,2	10	8	4,9	1,2	8,5	10	8	4,2	1,3	7,8	12	8	4,5	1,3	8,5	12
9	3,3	1,1	5,8	7	9	5,6	1,3	9	15	9	4,2	1,1	7,1	9	9	4	1,5	8,9	12
10	4,6	1,6	8,9	13	10	3,2	1,1	6,6	9	10	4,4	1,4	8,3	9	10	6,1	1,2	7,9	10
11	4,6	1,1	8,5	12	11	3,2	1,3	7	9	11	3,9	1,1	6,8	10	11	5	1,4	8,9	11
12	4,4	1,2	8	13	12	4,6	1	8,8	9	12	4	1,2	6,6	11	12	4,8	1,1	8,2	13
13	3,6	1	7,4	12	13	4,5	0,8	8,8	9	13	4,3	1,8	7,6	13	13	3,6	1,4	6,8	10
14	3,4	1,5	6,5	9	14	4,8	1,2	10	8	14	4	1,6	8	12	14	4,5	1	8,7	10
15	4,5	0,8	7,5	10	15	3,2	0,9	6,2	9	15	3,9	1,4	8	12	15	5	1,3	9,3	12

Tratamiento 2																			
planta	Repetición 1				planta	Repetición 2				planta	Repetición 3				planta	Repetición 4			
	LH*	AH*	DOP*	NH		LH*	AH*	DOP*	NH		LH*	AH*	DOP*	NH		LH*	AH*	DOP*	NH
1	4,6	1,5	10,2	14	1	5,6	1,3	9,6	11	1	4	1,1	7,6	11	1	4,7	1,2	10	13
2	3,4	1	7,9	12	2	5	0,8	9,5	12	2	4,2	1,4	8,2	13	2	3,5	1,5	7,5	9
3	4,8	1,7	10	14	3	4,5	1,4	8,5	8	3	4	1,2	8,2	14	3	4,1	1,1	7,5	11
4	4,2	1,9	7,8	12	4	6	1,2	9,5	11	4	4,7	1,2	9,5	15	4	3,5	1	7	12
5	4,7	1,8	7,8	14	5	5,4	1,6	9,2	9	5	4,5	1	8,7	12	5	3,2	1,2	7	10
6	4,8	1,3	8,2	12	6	4,8	1,3	9	11	6	3,2	0,9	7,2	11	6	4	1,2	8,5	14
7	3,5	1,4	7,5	10	7	4,7	1,4	9,5	13	7	3,7	1,1	8,5	10	7	5	1	11	13
8	3,8	1,3	8,2	14	8	4	1,4	8,9	10	8	4	1,2	7,7	12	8	4,7	1,3	9,5	12
9	3,1	1,1	8	10	9	4,5	1,6	8,1	11	9	3,3	1	7	13	9	3,8	1,1	8,7	13
10	3,1	1,8	7	12	10	4,1	1,2	9,2	12	10	4,6	1,3	8,8	12	10	3,7	1,2	7,5	14
11	4	1,5	8,6	12	11	3,5	1,6	8	8	11	4	1	9,2	11	11	4,5	1,3	10	13
12	4,1	1,4	9	12	12	3,9	1,7	8,5	12	12	4	1	8	11	12	4	1,3	8,5	12
13	4,6	1,1	9,5	11	13	3,6	1,6	8,3	10	13	3,6	1,2	7,3	11	13	4,8	1,4	9,5	13
14	5,5	1,4	10,8	11	14	3,6	1,4	8,5	9	14	4	1	8,7	12	14	4,7	1	9	13
15	3,2	1,6	7,5	12	15	4	1,4	7,8	11	15	3,5	1,1	7	12	15	5,1	1,1	11	12

Tratamiento 3																			
planta	Repetición 1				planta	Repetición 2				planta	Repetición 3				planta	Repetición 4			
	LH*	AH*	DOP*	NH		LH*	AH*	DOP*	NH		LH*	AH*	DOP*	NH		LH*	AH*	DOP*	NH
1	5	1,2	8	9	1	5,2	1,2	8,2	11	1	3,2	1	6,5	9	1	4,2	1	7,3	12
2	4,6	1,3	8	12	2	4,5	1	8	8	2	4,3	1	7,5	10	2	4,8	1	8,8	10
3	5,5	1,1	7,3	11	3	5	1	9	11	3	3,8	1,3	7,5	11	3	5	1	9	12
4	4,6	1,6	8,6	11	4	4	1,1	7,3	10	4	3,5	1,3	6,5	8	4	3,8	1,1	8	12
5	4,4	1,2	8	8	5	4,1	1,2	7,5	11	5	4,8	1,1	8,5	11	5	3,7	1,4	7,4	13
6	3,8	1,1	7,9	10	6	4	1,2	7,5	11	6	4	1	7,7	11	6	5,1	1	8	9
7	4,4	0,9	7,2	10	7	4,9	1,2	8	12	7	5	1	10	13	7	4	1,1	8	13
8	3,5	1,2	7,5	10	8	4,2	1,1	8	12	8	5	1	9,5	10	8	3,9	1	6,5	11
9	4,5	1,1	8	9	9	4,5	1	8,5	9	9	4,3	1,1	8,5	13	9	4,3	1	7,8	8
10	4,6	1	8,5	10	10	5	1,1	9	10	10	4	1,2	9	13	10	5	1,1	10	13
11	4	1,2	7	12	11	4,5	1,1	8,5	14	11	5	1,3	8,9	11	11	4,5	1	7,5	9
12	5	1	8,1	11	12	4,7	1	8,5	11	12	4,5	1	9,2	12	12	3,7	1	7	10
13	3,5	1,2	7	11	13	4,5	1	7	12	13	5	1	8,3	11	13	4	1	9	10
14	4,5	1	8,2	13	14	4	1	7	10	14	4,6	1	9,2	13	14	3,6	1,2	6,8	9
15	3,5	1	7,5	10	15	3,3	1	7	13	15	4	1,2	6,8	11	15	3,3	1,1	6,5	8

LH Longitud de la hoja **AH** Ancho de la hoja **DOP** Dosel de la planta **NH** Número de hojas.

PRIMERA LECTURA PESO FRESCO

MICORRIZA NATIVA				MICORRIZA COMERCIAL				TESTIGO			
PLANTA	PFR	PFT	PFTL	PLANTA	PFR	PFT	PFTL	PLANTA	PFR	PFT	PFTL
1	0,5	4,9	5,4	1	0,5	4,9	5,4	1	0,5	4,9	5,4
2	0,3	2,9	3,2	2	0,3	2,9	3,2	2	0,3	2,9	3,2
3	0,5	3,1	3,6	3	0,5	3,1	3,6	3	0,5	3,1	3,6
4	0,6	6,2	6,8	4	0,6	6,2	6,8	4	0,6	6,2	6,8
5	0,5	4,9	5,4	5	0,5	4,9	5,4	5	0,5	4,9	5,4
6	0,3	2,9	3,2	6	0,3	2,9	3,2	6	0,3	2,9	3,2
7	0,5	3,1	3,6	7	0,5	3,1	3,6	7	0,5	3,1	3,6
8	0,6	6,2	6,8	8	0,6	6,2	6,8	8	0,6	6,2	6,8
9	0,5	4,9	5,4	9	0,5	4,9	5,4	9	0,5	4,9	5,4
10	0,3	2,9	3,2	10	0,3	2,9	3,2	10	0,3	2,9	3,2
11	0,5	3,1	3,6	11	0,5	3,1	3,6	11	0,5	3,1	3,6
12	0,6	6,2	6,8	12	0,6	6,2	6,8	12	0,6	6,2	6,8
PROMEDIO	0,475	4,275	4,75	PROMEDIO	0,475	4,275	4,75	PROMEDIO	0,475	4,275	4,75

SEGUNDA LECTURA PESO FRESCO

MICORRIZA NATIVA				MICORRIZA COMERCIAL				TESTIGO			
PLANTA	PFR	PFT	PFTL	PLANTA	PFR	PFT	PFTL	PLANTA	PFR	PFT	PFTL
1	2,9	9,9	12,8	1	4,6	18,8	23,4	1	1,8	8,7	10,5
2	2,2	10,3	12,5	2	3,4	25,2	28,6	2	1,3	6,7	8
3	2	10,9	12,9	3	3,2	21,4	24,6	3	2,2	10,2	12,4
4	3,6	11,6	15,2	4	3,6	11,3	14,9	4	3,1	11,4	14,5
5	5,4	16,8	22,2	5	6,1	12,5	18,6	5	3,8	14,6	18,4
6	1,8	8,2	10	6	2,3	13,5	15,8	6	2	17,3	19,3
7	2,1	11	13,1	7	3,1	16,1	19,2	7	3,9	9,3	13,2
8	4,2	10,4	14,6	8	2,7	11,9	14,6	8	4,3	20,4	24,7
9	5,2	11,8	17	9	3,5	9,8	13,3	9	2,1	9,3	11,4
10	1,4	7,9	9,3	10	3,7	19,7	23,4	10	4	18,4	22,4
11	10,8	25,1	35,9	11	7,6	20	27,6	11	3,8	10,5	14,3
12	3,4	14,7	18,1	12	3,4	17,7	21,1	12	0,9	8,9	9,8
PROMEDIO	3,75	12,3833	16,1333	PROMEDIO	3,9333	16,4916	20,425	PROMEDIO	2,7666	12,1416	14,9083

PFR Peso fresco raíz **PFT** peso fresco tallo **PFTL** Peso fresco total.

PRIMERA LECTURA PESO SECO

MICORRIZA NATIVA				MICORRIZA COMERCIAL				TESTIGO			
PLANTA	PSR	PST	PSTL	PLANTA	PSR	PST	PSTL	PLANTA	PSR	PST	PSTL
1	0,1	0,42	0,52	1	0,1	0,42	0,52	1	0,1	0,42	0,52
2	0,05	0,27	0,32	2	0,05	0,27	0,32	2	0,05	0,27	0,32
3	0,11	0,39	0,5	3	0,11	0,39	0,5	3	0,11	0,39	0,5
4	0,17	0,53	0,7	4	0,17	0,53	0,7	4	0,17	0,53	0,7
5	0,1	0,42	0,52	5	0,1	0,42	0,52	5	0,1	0,42	0,52
6	0,05	0,27	0,32	6	0,05	0,27	0,32	6	0,05	0,27	0,32
7	0,11	0,39	0,5	7	0,11	0,39	0,5	7	0,11	0,39	0,5
8	0,17	0,53	0,7	8	0,17	0,53	0,7	8	0,17	0,53	0,7
9	0,1	0,42	0,52	9	0,1	0,42	0,52	9	0,1	0,42	0,52
10	0,05	0,27	0,32	10	0,05	0,27	0,32	10	0,05	0,27	0,32
11	0,11	0,39	0,5	11	0,11	0,39	0,5	11	0,11	0,39	0,5
12	0,17	0,53	0,7	12	0,17	0,53	0,7	12	0,17	0,53	0,7
PROMEDIO	0,1075	0,4025	0,51	PROMEDIO	0,1075	0,4025	0,51	PROMEDIO	0,1075	0,4025	0,51

SEGUNDA LECTURA PESO SECO

MICORRIZA NATIVA				MICORRIZA COMERCIAL				TESTIGO			
PLANTA	PSR	PST	PSTL	PLANTA	PSR	PST	PSTL	PLANTA	PSR	PST	PSTL
1	0,7	1,3	2	1	0,9	2,4	3,3	1	0,5	1,3	1,8
2	0,7	1,2	1,9	2	1	3,6	4,6	2	0,5	0,7	1,2
3	0,6	1,6	2,2	3	1	2,8	3,8	3	0,6	1,2	1,8
4	0,9	2	2,9	4	0,7	1,6	2,3	4	0,7	1,5	2,2
5	1,2	2,1	3,3	5	1,8	1,8	3,6	5	0,8	1,6	2,4
6	0,6	1,5	2,1	6	0,5	1,4	1,9	6	0,5	2,2	2,7
7	0,6	1,4	2	7	0,9	2,5	3,4	7	0,8	1,2	2
8	1,5	1,6	3,1	8	0,8	1,5	2,3	8	1	2,5	3,5
9	1	1,4	2,4	9	0,7	1,3	2	9	0,5	1,3	1,8
10	0,4	1,1	1,5	10	1,1	3	4,1	10	1,2	2,2	3,4
11	2	3	5	11	1,6	2,4	4	11	0,9	1,4	2,3
12	0,8	2,1	2,9	12	0,8	2	2,8	12	0,5	1,1	1,6
PROMEDIO	0,9166667	1,6916667	2,60833333	PROMEDIO	0,98333333	2,19166667	3,175	PROMEDIO	0,70833333	1,51666667	2,225

PSR Peso seco raíz **PST** Peso seco tallo **PSTL** Peso seco total.