



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

Especialización En Manejo De Recursos Forestales

Trabajo Final Integrador

**Título: “Efecto de la utilización de de
Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA)
sobre el crecimiento de plantines de dos
orígenes de *Neltuma alba* producidos en
vivero”**

Mariela Noemí Fogar

Asesor:

Marcos Atanasio

Año 2023

Resumen

El género *Neltuma* (ex-*Prosopis*) está distribuido en distintas regiones del mundo. Existen especies de HMA autóctonas y aislados de suelos con *P. alba* del Parque chaqueño. Se realizó un ensayo de implantación de algarrobos previa inoculación con HMA, utilizando los datos con el objetivo de evaluar la respuesta en crecimiento de los plantines de algarrobo en función del origen de las semillas de Sauzalito, Chaco y Campo Durán, Salta, y el tipo y momento de inoculación. A cada grupo y origen de plantas se agregó HMA al sustrato y testigo sin inóculo. Diseño de bloques al azar: plantas sembradas (ensayo 1) y plantas pasadas (ensayo 2). Las variables diámetro al cuello de la planta (DAC), y Altura de planta (AT). Ensayo I la AT tiene diferencia significativa entre orígenes, no así entre inoculadas versus no inoculadas. El DAC no mostro diferencias significativas para el origen. Ensayo II hay diferencias significativas con y sin inocular de ambos orígenes, y en el DAC las de C. Duran en comparación con las de Sauzalito. La AT de C. Duran son superiores que las de Sauzalito, y con diferencia entre las que fueron inoculadas; Continuar con las mediciones para detectar diferencias más avanzado el ciclo.

Abstract

The genus *Neltuma* (ex-*Prosopis*) is distributed in various world regions. There are native HMA species isolated from soils with *P. alba* from Parque Chaqueño. It has been made an implantation trial of carob trees previously inoculated with HMA, using the data with the aim of valuing the growth response of carob seedlings in sight of their origin (seeds from sauzalito chaco and Campo Duran, Salta), and the type and moment of inoculation. Each group of plants has been added HMA in their substrate and no-inoculum witness. Randomized blocks design: Sown plants (trial 1) and passed plants (trial 2). The variables diameter of the neck of the plant (DAC) and plant height (AT). Trial 1: the AT has a significant difference between origins, while it doesn't among inoculated and non-inoculated plants. DAC has not shown differences between origins. Trial 2: there are significant differences with and without inoculation from both origins, and the DAC of the ones from C. Duran, compared with the ones from Sauzalito. AT of C. Duran are better than the Sauzalito ones, with differences between the ones that have been inoculated. Continue with measurements to detect variations on an advanced cycle.

Introducción

El género *Neltuma* se encuentra ampliamente distribuido en distintas regiones tanto del viejo como del nuevo mundo (Fagg y Stewart, 1994). En la Argentina vegetan 28 especies de *Neltuma*, distribuidos especialmente en ambientes áridos y semiáridos y ocupan el 70 % de la superficie, casi todo el territorio argentino (López, 2005) *Neltuma alba* es muy abundante en la zona centro y norte del país, en las provincias fitogeográficas del Chaco, Espinal y del Monte (Ledesma et al., 2008).

Las especies de *Neltuma*, en función de sus adaptaciones morfo-fisiológicas a ambientes caracterizados por estrés abiótico (Villagra et al. 2010), tienen el potencial de ser usadas en la restauración de áreas degradadas y pueden catalizar el desarrollo de nuevos sistemas de producción en los ecosistemas áridos argentinos.

A pesar de que los algarrobos son árboles adaptados a regiones áridas y semiáridas. Para un crecimiento normal necesitan disponer de napas freáticas cercanas a la superficie (hasta los 10 metros de profundidad) o crecer en lugares con precipitaciones superiores a los 800 mm anuales (Zárate et al., 2015).

Se recomiendan la introducción de microorganismos simbióticos benéficos seleccionados para proveer a la planta de una mayor resistencia a diferentes tipos de estrés durante la implantación. (Palacios et al., 2005)

Un tema estrechamente relacionado a la tolerancia a la salinidad en leñosas es la búsqueda de simbiontes apropiados, tanto bacterianos como micorrízicos (Yi et al. 2008) que se asocien de manera efectiva con leñosas establecidas en lugares con déficit hídrico temporal. Se ha informado que las asociaciones con *Glomus intraradices* mejoran el balance hídrico y la fotosíntesis de *N. alba* y *N. hassleri* en condiciones de salinidad (Scambato et al. 2008).

En la región del Chaco Árido, la época de plantación se extiende desde el final del verano hasta principio del otoño, cuando las temperaturas comienzan a descender y hay suficiente agua acumulada en el suelo. La siembra se efectúa normalmente en envases de polietileno sin fondo, para evitar deformaciones de la raíz que afecten el desarrollo de los árboles. Los plantines son llevados a campo cuando adquieren un tamaño de 40-50 cm de alto.

Los HMA son simbiontes obligados ya que para completar su ciclo de vida deben estar asociados con raíces vivas.

En el caso particular de los ecosistemas áridos y semiáridos, se ha reportado que el establecimiento vegetal se incrementa cuando se utilizan plantas micorrizadas, las cuales tienen mayor protección y tolerancia a las condiciones adversas del suelo y del clima (Martínez y Pugnaire, 2009).

El establecimiento de árboles y arbustos leñosos es de importancia ecológica y económica en el caso de los suelos áridos y semiáridos, además de ser una alternativa productiva para contrarrestar el proceso erosivo (Montaño y Monroy, 2000).

Cuando los plantines de algarrobo son trasplantados a campo, se encuentran sometidos a una amplia gama de condiciones ambientales, que podrían resultar en estrés, reduciendo su supervivencia y/o el crecimiento (Verga et al., 2009).

Se debe tener presente que una mala calidad de los plantines puede afectar la supervivencia y el desarrollo de la forestación, lo cual suele confundirse con una mala calidad de sitio (Zárate et al., 2015).

Entre las estrategias para asegurar el establecimiento y el adecuado desarrollo de los bosques implantados, la producción de plantines de buena calidad es un requisito indispensable (Contardi y Gongá, 2012). En general, este aspecto se aborda en la fase de vivero, a través de la fertilización y rusticación, y/o empleando la inoculación con microorganismos mutualistas como los hongos micorrízicos o rizobios, constituyen una herramienta de extrema utilidad en la sobrevida y adaptación de las especies vegetales (Sangabriel-Conde et al., 2010).

Las plántulas inoculadas pueden mostrar mayores tasas de crecimiento, menores necesidades de recursos y pueden ser más tolerantes al estrés del trasplante, que son características clave en la restauración de áreas degradadas (Vandresen et al., 2007).

La tesis doctoral de Mónica Beatriz Sagadin (2019) es el primer estudio en Argentina en donde se midió la infectividad de los suelos y de los inóculos obtenidos de ellos y se reportaron las especies de HMA autóctonas de suelos y de inóculos aislados de sitios con *N. alba* del Parque chaqueño. La Mesa de Bosques Cultivados Chaqueños llevó adelante un ensayo de implantación de algarrobos previa inoculación con HMA que fueron facilitados por la Dr Sagadin del IFRGV-INTA, para realizar la producción de plantas en vivero.

Objetivo General

Evaluar la respuesta en crecimiento de los plantines de algarrobo en función del origen de las semillas y el tipo y momento de inoculación utilizando hongos micorrízicos arbusculares. (HMA).

Materiales y métodos

Para el presente trabajo se analizaron los datos obtenidos en un ensayo realizado por el equipo técnico de trabajo de la Mesa de bosques cultivados del Chaco.

El mismo se llevó a cabo en la Localidad de Presidencia Roque Sáenz Peña, en las instalaciones del vivero forestal del IIFA (Instituto de Investigaciones Forestales y Agropecuarias) ubicado en el predio de la Estación Experimental Agropecuaria, INTA- Ruta Nacional 95 Km. 1108, H3700 Sáenz Peña.

Las coordenadas geográficas de dicha localidad son 26° 47' 27" S, 60° 26' 29" O, y su altitud promedio es de 90 m sobre el nivel del mar. Presenta una temperatura media anual de alrededor de 21,5°C y la humedad relativa promedio anual es del 74%. En invierno hay algunos días con heladas, con temperaturas mínimas por debajo de los 5°C, mientras que en verano las máximas superan los 44°C. La precipitación media anual es aproximadamente 1.100mm.

Descripción del ensayo:

Se trabajó con dos grupos de plantas generadas a partir de semillas de dos orígenes geográficos (Zauzalito, Chaco y Campo Durán, Salta).

Los grupos consistieron en: 1140 plantas recién sembradas y 1140 plantas pasadas que sobrepasaron el tiempo de enviverado óptimo para plantar a campo y que recibieron podas de raíces para ambos orígenes.

Cada grupo y origen de plantas se agregó inóculo de HMA al sustrato y se dejó testigo sin el agregado de inóculo de HMA.

El inóculo utilizado consiste en el sustrato (tierra y arena) más las raíces que están micorizadas, más hifas y esporas que se encuentran en el sustrato obtenido a través del método de plantas trampa. Se utilizó inóculos mixtos donde contiene una mezcla de especies de HMA y de este modo se incrementan las posibilidades de que más de una especie fúngica colonice a la planta y eventualmente promueva su crecimiento.

El ensayo se desarrolló empleando el sistema de producción comercial de algarrobo blanco, propio del vivero. Sin cobertura de invernáculo, siembra directa en maceta sin fondo, sustrato utilizado tierra de monte, riego manual, luego de la siembra se deja 2 días con cobertura de media sombra en cantero.

El tratamiento pre-germinativo utilizado en ambas muestras de semillas consistió en la desinfección de las semillas en lavandina al 1% durante 5 minutos y luego la escarificación se realizó en inmersión de las mismas en agua a 100 °C, manteniéndolas sumergidas hasta alcanzar temperatura ambiente, durante 24 h. posteriormente se realizó la siembra, en el tratamiento con HMA se agregó 20 gramos de inóculo en el hoyo donde se colocó la semilla.

En las plantas pasadas para el agregado de inóculo se procedió de la siguiente manera: se extrajo una parte de la tierra de la maceta, próxima a la raíz de la planta, se incorporó los 20 gr de inóculo y se cubrió nuevamente con tierra.

La fecha de siembra fue 8 de febrero de 2019, se aplicó el riego y cuidado regular del vivero (deshierbado manual).

El diseño experimental empleado fue diseño de bloques al azar donde se analizó estadísticamente el ensayo con las plantas sembradas, por un lado (ensayo 1) y las plantas pasadas por otro lado (ensayo 2).

Tratamientos Ensayo 1: plantas sembradas

T 1- Siembra Campo Duran con inóculo CB: 490 plantas.

T 2- Siembra Campo Duran sin inóculo: 650 plantas.

T 3 - Siembra Origen Zauzalito IIFA con inóculo CB: 490 plantas.

T 4 - Siembra Origen Zauzalito IIFA sin inóculo: 650 plantas.

Tratamientos ensayo 2: plantas pasadas

- T 1- Plantas pasadas Origen C. Duran, con inoculo CB: 490 plantas.
 T 2- Plantas pasadas Origen C. Duran, sin inoculo: 650 plantas.
 T 3 - Plantas pasadas Origen Sauzalito IIFA, con inoculo CB: 490 plantas.
 T 4 - Plantas pasadas Origen Sauzalito IIFA, sin inoculo: 650 plantas.

Las variables de análisis para evaluar el crecimiento son el **diámetro al cuello de la planta (dac)**, medido con calibre en la base de la planta y **Altura de planta (parte aérea) (AT)** medido con cinta métrica.

Las mediciones se realizaron el momento previo a llevar las plantas a plantación en campo, transcurridos 2 meses desde la siembra. (25-03- 19). Se Tomó un **n de 36 plantas al azar** de cada tratamiento donde se efectuaron las mediciones para cada ensayo.

Se Realizó análisis de varianza y test de LSD Fisher con un nivel de significancia de 0,05. El análisis estadístico se realizó con el programa Infostat (Di Rienzo et al., 2017).

Resultados y Discusión

Para las variables de altura (AT) y diámetro del tallo (DAC) de ambos ensayos se realizó un ANAVA previa confirmación de los supuestos de normalidad y homocedasticidad con los estadísticos de Shapiro-Wilk.

Ensayo 1: plantas sembradas

En función a los datos de las evaluaciones realizadas y tomando un numero de muestras por tratamiento de 36 plantas al azar, se procedió a hacer las evaluaciones estadísticas del **Ensayo 1** donde se realizó la siembra de dos orígenes y en el tratamiento con HMA se agregó 20 gramos de inoculo en el hoyo donde se colocó la semilla siendo el testigo sin inoculo.

Al realizar las comparaciones teniendo en cuenta los datos de **alturas total de plantas** podemos observar que hay una diferencia significativa para los diferentes orígenes de las semillas, ya que las plantas provenientes de las semillas de campo Duran muestran un mayor crecimiento que las provenientes del Sauzalito IIFA (Grafico 1), no obteniendo diferencias significativas en las comparaciones entre las plantas inoculadas de las no inoculadas (Tabla 1).

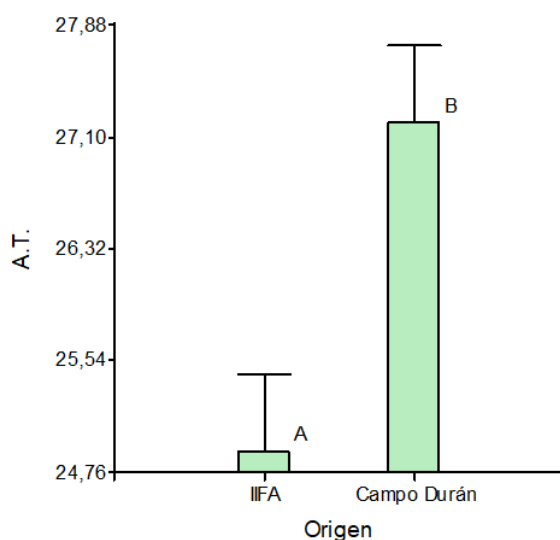


Grafico 1: Diferencia en la altura total de plantas según el origen de las semillas expresado en cm.

Tabla 1: Evaluación del crecimiento en altura expresado en cm, de las plantas de *Neltuma alba* con y sin inóculos de los dos orígenes.

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Sin inóculo	25,48	36	0,54	A
Con inóculo	26,62	36	0,54	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Se procedió a realizar la interacción entre el origen de las semillas y la inoculación de las mismas donde podemos ver que existen diferencias significativas en la altura entre las plantas de Sauzalito IIFA y las de Campo Duran ambas sin inóculo, y también podemos visualizar que entre los distintos orígenes inoculadas no se marcan dicha diferencia significativa en la altura de las plantas (Grafico 2). A diferencia de lo expresado por Vandresen (2007), donde afirma que las plántulas inoculadas pueden mostrar mayores tasas de crecimiento, menores necesidades de recursos y pueden ser más tolerantes al estrés del trasplante.

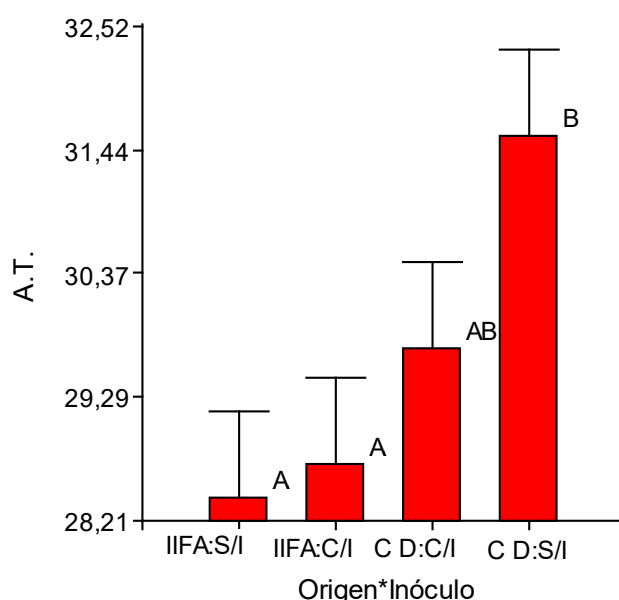


Grafico 2: Interacción entre el origen de las semillas y la inoculación de las mismas con respecto a la altura de plantas (AT) expresado en cm.

Continuando con el análisis de datos del **Ensayo 1**, ahora tomando la variable diámetro a la altura del cuello de las plantas (DAC) (Tabla 2), podemos ver que no existe diferencias significativas en el DAC con respecto a el origen de las semillas, mostrando que las plantas de C. Duran son similares a las plantas Sauzalito IIFA con respecto a esta variable.

Tabla 2: Evaluación del crecimiento en diámetro (DAC) expresado en cm, de las plantas de *Prosopis alba* con y sin inóculos de los dos orígenes.

Origen	Medias	n	E.E.	
IIFA	2,59	36	0,04	A
Campo Durán	2,62	36	0,04	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Ensayo 2: plantas pasadas

En el **Ensayo 2**, como en el ensayo anterior, se realizaron las evaluaciones estadísticas con un número de muestras por tratamiento de 36 plantas al azar, donde se estudió plantas de dos orígenes y en el tratamiento con HMA se agregó 20 gramos de inóculo en la maceta, removiendo y quitando previamente parte del sustrato, siendo el testigo sin inóculo y sin remoción.

Analizando el DAC, en el siguiente grafico (**Grafico 3**) podemos observar que existen diferencias estadísticas significativas con respecto a las plantas con y sin inocular de los dos orígenes, presentando menor diámetro las plantas inoculadas, este resultado que puede deberse a que los plantines sin inocular no fueron perturbados a nivel radical.

Según Verga et al., 2009 Cuando los plantines de algarrobo son trasplantados a campo, se encuentran sometidos a una amplia gama de condiciones ambientales, que podrían resultar en estrés, reduciendo su supervivencia y/o el crecimiento.

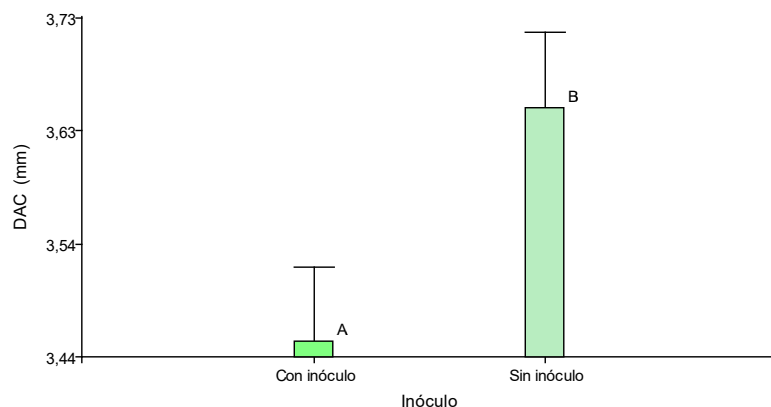


Grafico 3: Evaluación del crecimiento en diámetro (DAC) expresado en mm, de las plantas de *Neltuma alba* con y sin inóculos de los dos orígenes.

En este grafico 4 se puede visualizar la diferencia significativa en el crecimiento dimétrico de las plantas provenientes de semillas de Campo Duran en comparación con las de Sauzalito (IIFA). Esta diferencia es ya observada en vivero con respecto a los orígenes y su respectivo vigor de crecimiento.

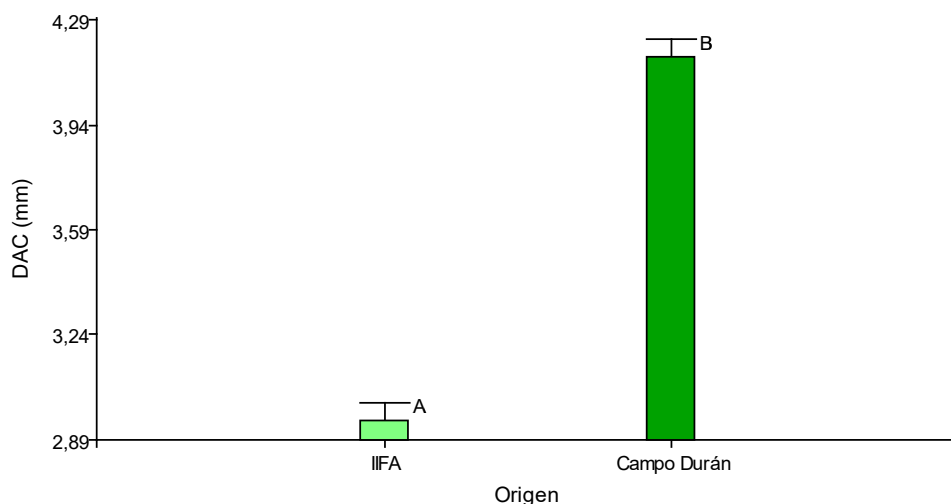


Grafico 4: Evaluación del crecimiento en diámetro (DAC) expresado en mm, de las plantas de *Neltuma alba* de los dos orígenes considerados.

En las pruebas estadísticas relacionadas a la altura pudimos observar que con la variable origen las plantas de C. Duran son significativamente más altas que las plantas de Sauzalito IIFA, y en el caso de la variable inoculación también se marca la diferencia estadística con relación a las plantas que fueron inoculadas con las que no recibieron perturbación; siendo siempre superior estadísticamente las plantas que provienen de semillas de C. Duran.

Origen	Medias	n	E.E.	
IIFA	43,81	36	0,99	A
Campo Durán	56,54	36	0,99	B
Inóculo	Medias	n	E.E.	
Con inóculo	45,39	36	0,99	A
Sin inóculo	54,97	36	0,99	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En la siguiente imagen se graficó las variables DAC y AT en relación a los tratamientos, pudiendo observar que entre las plantas provenientes de Sauzalito IIFA, con respecto al DAC fueron muy similares marcando diferencias significativas mínimas, y en relación a las alturas, se puede observar la diferencia entre las de C. Duran y las de Sauzalito, como así también la diferencia entre las inoculadas y las no inoculadas.

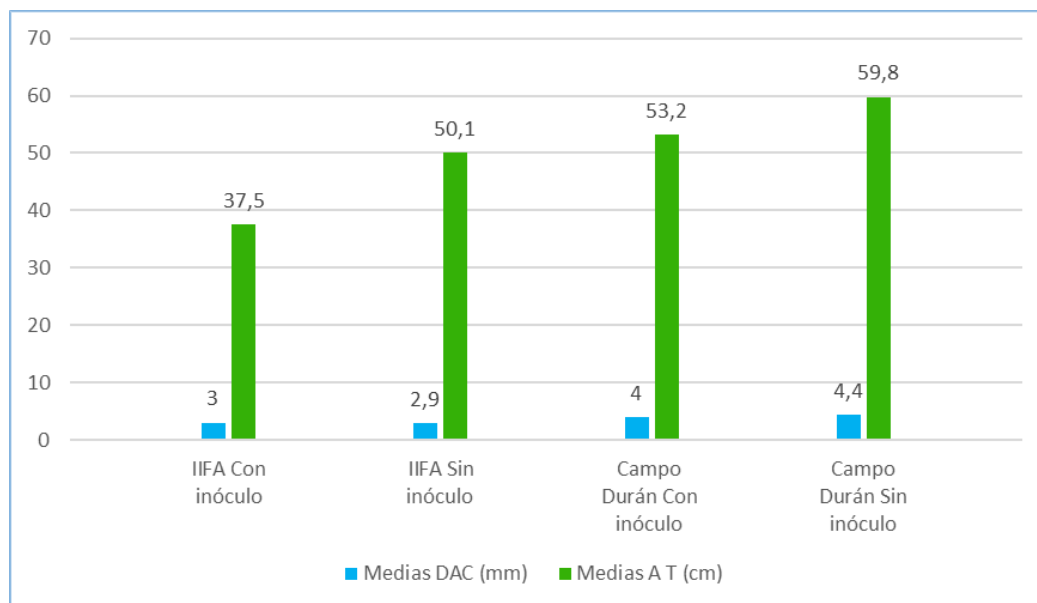


Grafico 5: Evaluación del DAC y AT en relación a los distintos tratamientos.

Tratamiento	Medias DAC	Medias A T
IIFA Con inóculo	3,0 a	37,5 a
IIFA Sin inóculo	2,9 a	50,1 b
Campo Durán Con inóculo	4,0 b	53,2 b
Campo Durán Sin inóculo	4,4 c	59,8 c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

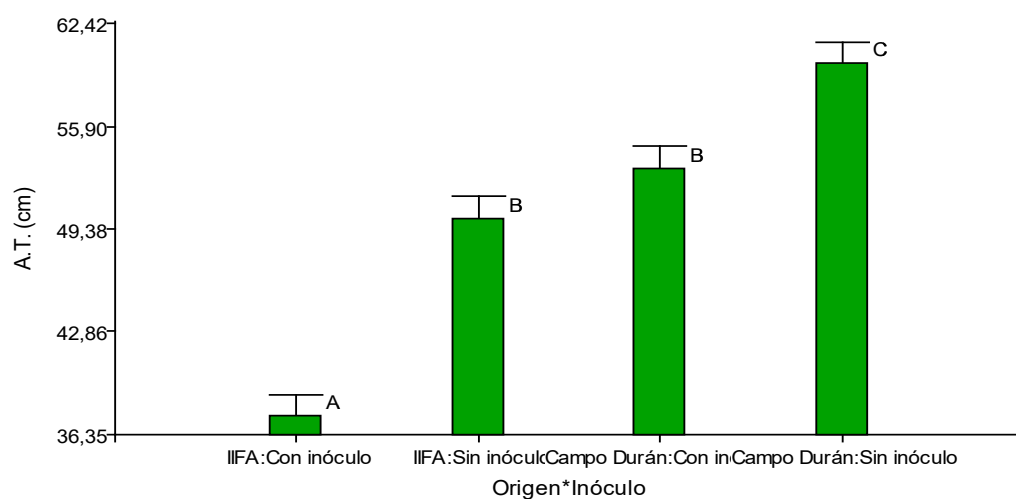


Grafico 6: Interacción entre el origen de las plantas y la inoculación de las mismas con respecto a la altura de plantas expresado en cm.

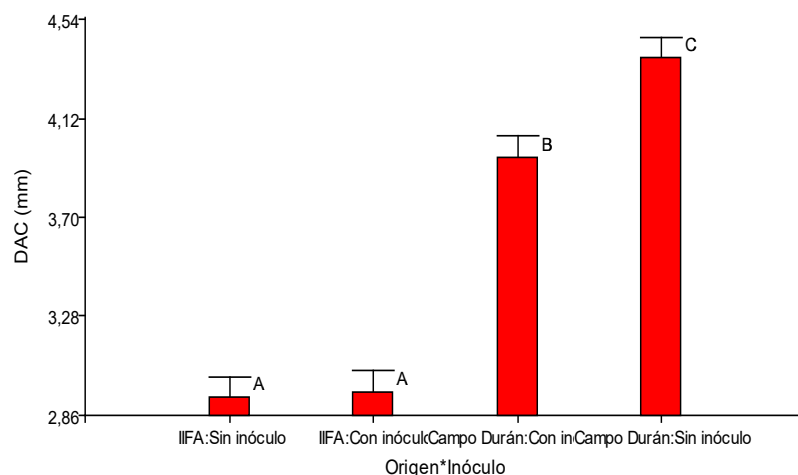


Grafico 7: Interacción entre el origen de las semillas y la inoculación de las mismas con respecto al diámetro de plantas expresado en mm.

Conclusiones

Podemos observar una diferencia significativa en la altura total de plantas para los diferentes orígenes, cuando se trabajó con las semillas y también en el caso de trabajar con plantas pasadas. Se destaca con mayor crecimiento el origen Campo Durán. No existen diferencias entre las plantas inoculadas de los dos orígenes.

Se puede observar que las plantas con inoculación no incrementaron su diámetro en relación a las sin inoculación, esto podría explicarse debido a que las plantas testigos sin inoculación en los dos orígenes no fueron removidas ni manipuladas como aquellas a las que se las inoculó en las macetas, debido a esto las plantas inoculadas pudieron sufrir un estrés y demorar tanto en la asociación con los HMA como en el desarrollo y recuperación de las raíces.

Es necesario continuar con las mediciones a lo largo del tiempo ya que los arboles podrían marcar diferencias de productividad.

Referencias Bibliográficas

- CONTARDI L. T. y GONGA H. E. 2012. La Producción de plantines forestales en el mundo y en la Patagonia andina. En Producción de plantas en viveros forestales. Buenos Aires. 13-27 pp.
- DI RIENZO J.A., CASANOVES F., BALZARINI M.G., GONZALEZ L., TABLADA M., ROBLEDO C.W. 2017. Argentina Publicado en internet, disponible en: <http://www.infostat.com.ar>
- FAGG, C. W. and J. L. STEWART. 1994. The Value of Acacias and Prosopis in Arid and Semi-arid environment. Journal of Arid Environments 27: 3-25. https://inta.gob.ar/sites/default/files/avances_prosopis.pdf.

- LEDESMA, T.; G. DE BEDIA Y C. LÓPEZ. 2008. Productividad de *Prosopis alba* Griseb En Santiago del Estero. Quebracho 15(1): 5-9.
- LOPEZ, C. 2005. Evaluación de la Variación Genética de Especies del Género Prosopis de la Región Chaqueña Argentina para su Conservación y Mejoramiento. Capítulo III: Mejores Árboles para más Forestadores. Editor: Carlos Norberto, Secretaria de Agricultura, Ganadería y Pesca Pag. 195- 203. Buenos Aires. ISBN: 9879184475.
- MARTINEZ L.B. y PUGNAIRE F.I. 2009. Interacciones entre las comunidades de hongos formadores de micorrizas arbusculares y de plantas. Algunos ejemplos en los ecosistemas semiáridos Ecosistemas 18: 44-54.
- MINISTERIO DE AGROINDUSTRIA. s/ fecha. Características de la región Parque Chaqueño. Disponible: Último acceso: septiembre 2022. <http://forestoindustria.magyp.gob.ar/archivos/informacion-por-region/parque-chaqueno.pdf>.
- MONTAÑO N.M. y MONROY A. 2000. Alternativas para la conservación ecológica de suelos en zonas áridas y semiáridas de México. Ciencia y Desarrollo 26: 26-37.
- PALACIOS R. A. and BRIZUELA M. M. 2005. Fabaceae, parte 13. Subfam. II. Mimosoideae, parte 4. Tribu VI. Mimoseae, parte B. Prosopis L. In Fl. Fanerog. Argent. (eds.) Anton A. M. & Zuloaga F. O. pp.3-25.
- SAGADIN, M. B. 2019. Identificación y caracterización de los hongos micorríticos arbusculares autóctonos en simbiosis con Prosopis alba y los mecanismos fisiológicos/bioquímicos relacionados con la tolerancia a sequía.
- SANGABRIE-CONDE W., TREJO-AGUILAR D., SOTO-ESTRADA A., FERRERA-CERRATO R. y LARACAPISTRAN L. 2010. Potencial de colonización de hongos micorrízico-arbusculares en suelos cultivados con papayo bajo diferentes manejos de producción. Revista Mexicana de Micología 31: 45-52.
- SCAMBATO, A; P SANSBERRO; M ECHEVERRÍA; O RUIZ & A MENÉNDEZ. 2008. Estudio de la influencia de Glomus intraradices sobre el estatus hídrico de Prosopis hassleri y Prosopis alba sometidas a estrés salino. XII Reunión Latinoamericana y XXVII Reunión Argentina de Fisiología Vegetal. Rosario - Argentina.
- VANDRESEN J., NISHIDATE F.R., TOREZAN, J.M.D. and ZANGARO W. 2007. Inoculação de fungos micorrízicos arbusculares e adubação na Formação e pós-transplante de mudas de cinco espécies arbóreas nativas do sul do Brasil. Acta Botânica Brasilica 21: 753 - 765
- VERGA A., NAVALL M., JOSEAU J., ROYO O. y DEGANO W. 2009. Caracterización morfológica, distribución geográfica y estimación de nichos ecológicos de algarrobos (Prosopis sp.) en las regiones fitogeográficas Chaqueña y Espinal norte de Argentina. Quebracho 17: 31-40.
- VILLAGRA, PE; A VILELA; C GIORDANO; JA ÁLVAREZ. 2010. Ecophysiology of Prosopis species from the arid lands of Argentina: what do we know about adaptation to stressful environments? Pp. 321-340 en: Ramawat, KG (ed.). Desert Plants. Springer. Berlin. Germany.
- YI, H; M CALVO POLANCO; MD MACKINNON & JJ ZWIAZEK. 2008. Responses of ectomycorrhizal Populus tremuloides and Betula papyrifera seedlings to salinity. Environ. Exp. Bot. 62:357-363.
- ZARATE M. H., FERNANDEZ R., TATO VAZQUEZ C., ACOSTA N., PEREZ V., KEES S. y ARCE L. 2015. Avances en la silvicultura del algarrobo blanco. Publicado en internet, disponible en: Activo septiembre de 2022