

Efecto de la inoculación con micorrizas arbusculares y humus en plántines de *Leucaena leucocephala*

Eduardo Castellón Urdininea; Carmen Salguero Tapia

Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" (CIF-UMSS)

E mail: educasur1@hotmail.com

Resumen. En invernadero, con plántines establecidos y en pleno desarrollo de *Leucaena leucocephala* en macetas con sustrato de tierra del lugar, se inoculó micorrizas y humus, puros y en diferentes combinaciones. Cada tratamiento se aplicó en 10 plantas de la misma edad, bajo las mismas condiciones. Se realizaron 4 lecturas de altura de planta y diámetro de tallo (entre otras), en un periodo de 122 días de seguimiento. La tendencia de crecimiento en altura de planta, muestra ventajas sobresalientes de la aplicación de micorrizas con humus, y solo micorrizas, en especial frente al tratamiento testigo.

Palabras clave: Biofertilizantes; Abonos orgánicos; Altura de planta

Abstract: Effect of inoculation with arbuscular mycorrhizae and humus in seedlings of *Leucaena leucocephala*. In a greenhouse, with established seedlings and in full development of *Leucaena leucocephala* in pots with local soil substrate, mycorrhizae and humus were inoculated, pure and in different combinations. Each treatment was applied to 10 plants of the same age under the same conditions. The plant height and stem diameter (among others) were measured four times for a period of 122 days of follow-up. The growth trend in plant height shows outstanding advantages with the application of mycorrhizae with humus, and only mycorrhizae, when compared to the control treatment.

Keywords: Biofertilizers; Organic fertilizers; Plant height

Introducción

La palabra micorriza, de origen griego, define la simbiosis entre un hongo (*mycos*) y las raíces (*rhizos*) de una planta. Como en muchas relaciones simbióticas, ambos participantes obtienen beneficios. En este caso la planta recibe del hongo principalmente nutrientes minerales y agua, y el hongo obtiene de la planta, hidratos de carbono y vitaminas que él, por sí mismo, es incapaz de sintetizar, mientras que la planta puede hacerlo gracias a la fotosíntesis y otras reacciones internas. Se estima que entre el 90 y el 95% de las familias de plantas terrestres (80% de las especies), presentan micorrizas de forma habitual (Vega 2018). Así,

siendo que la mayoría de las plantas terrestres presentan micorrizas, lo más probable es que las restantes desciendan de plantas micorrizadas que han perdido secundariamente esta característica. En el caso de los hongos, la mayor parte de las 5000 especies identificadas en las micorrizas, pertenece a la división Basidiomycota, mientras que en casos más excepcionales se observan integrantes de Ascomycota.

La tercera división que se ha observado formando micorrizas es Glomeromycota, un grupo que sólo se conoce en asociación micorrizógena y cuyos integrantes mueren cuando se les priva de la presencia de raíces (Ferrera-Cerrato, 2007).

El término "micorriza" fue acuñado por Frank, patólogo forestal alemán, en 1877, al estudiar las raíces de algunos árboles forestales. Para 1900, el botánico francés Bernard resaltó su importancia al estudiar las orquídeas. Trappe (1994) define a las micorrizas en términos funcionales y estructurales, como:

"órganos de absorción dobles que se forman cuando los hongos simbioses viven dentro de los órganos de absorción sanos (raíces, rizomas o talos) de las plantas terrestres, acuáticas o epífitas".

En esta asociación, la planta le proporciona al hongo carbohidratos (azúcares, producto de su fotosíntesis) y un micro hábitat para completar su ciclo de vida, mientras que el hongo, a su vez, le permite a la planta una mejor captación de agua y nutrimentos minerales con baja disponibilidad en el suelo (principalmente fósforo), así como defensas contra patógenos.

Ambos, hongo y planta, salen mutuamente beneficiados, por lo que la asociación se considera como un "mutualismo". Evidencias fósiles y estudios moleculares sugieren que la asociación micorrícica se originó hace casi 462-353 millones de años y, desde entonces, su formación es indispensable para el éxito ecológico de la mayoría de las plantas sobre la Tierra (Camargo-Ricalde, *et al.* 2021). Por su parte, Ribeiro da Silva *et al.* (2004), señalan que las micorrizas arbusculares (MAs) tienen gran importancia para los ecosistemas tropicales, donde son las más comunes, al igual que para todas las plantas de uso agrícola en general.

Los mismos autores, citando a Rillig y Steinberg (2002), destacan que los hongos micorrízicos arbusculares proporcio-

nan otros efectos benéficos, además de los nutricionales.

Estos hongos pueden favorecer a la agregación del suelo. Aumentar la estabilidad de los agregados, aumentando así la infiltración del agua, la resistencia contra la erosión y el almacenamiento de carbono en el suelo, debido a los polisacáridos extracelulares producidos por las hifas, mediante los cuales éstas se unen a los micro agregados.

A nivel nacional, se puede señalar algunos de los varios trabajos desarrollados con micorrizas, entre ellos, Ferrufino y Sánchez (2006) reportaron efectos benéficos de la inoculación con micorrizas, en el desarrollo de plántulas de tembe para palmito. La fuente de inóculo de micorrizas fue una mezcla de raíces de kudzú (*Pueraria phaseoloides*) colonizadas por micorrizas, hifas y esporas, recolectada de una parcela del lugar (trópico de Cochabamba).

Franco *et al.* (2017) tomando muestras de suelo de diversos sistemas de manejo agrícola, demostraron la presencia de micorrizas de los géneros *Glomus*, *Sclerosystes*, *Acaulospora* y *Scurelospora*, así como bacterias de los géneros *Bacillus* y *Pseudomonas*.

Arandia *et al.* (2020), evaluaron diferentes productos naturales para establecer la interacción entre las micorrizas y fertilizantes naturales, utilizando el cultivo de cebolla en invernadero (en la zona de "El Paso" en Tiquipaya, Cochabamba), donde observaron diferencias significativas para los tratamientos de micorriza, roca fosfórica + vinagre de madera + micorriza, para las variables: altura de planta, volumen radicular y rendimiento. Por otra parte, el daño fisiológico de la planta fue menor en los tratamientos de micorri-

za, roca fosfórica + vinagre de madera + micorriza.

Herrera *et al.* (2021), partiendo del supuesto que en la agricultura mundial se hace un uso indiscriminado de urea (sabiendo y conociendo su baja asimilación por las plantas y sus efectos negativos que causa en el ambiente) analizaron la factibilidad de utilizar este fertilizante químico combinándolo con micro organismos nativos (micorriza MA; *Trichoderma* sp. y *Bacillus* sp), evaluando en plantas de lechuga y cebolla. Los resultados reportaron diferencias significativas cuando se aplicó micro organismos promotores de crecimiento de plantas (PGPR por su sigla en inglés), además que se demostró que se puede disminuir el uso de urea al combinarla con micorrizas. La mejor combinación fue micorrizas (MA) con urea (80 kg/ha), lo cual muestra que la interacción de micorrizas y urea, en la producción de hortalizas, favorece el aprovechamiento de urea y mejora la producción de cultivos.

Finalmente, Velasco *et al.* (2016) trabajando en un sistema hidropónico de producción de lechuga, en la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la Universidad Mayor de San Simón en Cochabamba, evaluaron humus líquido, combinando con la inoculación de micorrizas (*Glomus fasciculatus*) y bacterias tipo *Bacillus*.

En base a los resultados obtenidos, destacan el rol del humus líquido interactuando con la micorriza, en este caso, incidiendo de manera positiva en peso, altura y tamaño de lechugas, frente al testigo; además determinaron que el humus líquido, disminuyó el tiempo de producción de 60 a 52 días.

Materiales y métodos

Multiplicación del hongo simbiote

La micorriza empleada procedía del *Laboratorio de Microbiología Agrícola* de la FCAyP-UMSS, del departamento de *Recursos Naturales*. El insumo fue envasado en bolsa plástica; una vez en el sitio del ensayo, este insumo se pesó y distribuyó según lo establecido para el ensayo, en plántulas de *Leucaena leucocephala*, obtenidas en una gestión anterior.

Adicional a esto, el insumo con micorrizas, se mezcló con humus de lombriz. La mezcla de ambos componentes se la realizó en las bolsas (plásticas) donde se trasplantaron los plantines, empleando como sustrato, la tierra del lugar.

Como punto de inicio, se procedió a la toma de datos (altura y diámetro) de las plantas marcadas en cada tratamiento. El levantamiento de datos ajustados a las variables se realizó de forma mensual.

Los tratamientos consistieron en la aplicación por planta, de diferentes dosis de micorrizas arbóreas (MA) y humus, según el siguiente detalle:

T 1: 10 g MA

T 2: 20 g MA

T 3: 10 g humus

T 4: 20 g humus

T 5: 10 g (5 g MA + 5 g humus)

T 6: 20 g (10 g MA + 10 g humus)

T 7: testigo (solo tierra del lugar)

La aplicación de los tratamientos fue realizada en agosto de 2020, momento en el cual se realizó la primera lectura de las variables de respuesta, para dar inicio al ensayo; las fechas de toma de datos fueron las siguientes:

Lectura 1 (al momento de aplicar los tratamientos):

10 de agosto de 2020

Lectura 2 (a 72 días de la lectura 1):

21 de octubre de 2020

Lectura 3 (a 98 días de la lectura 1):

16 de noviembre de 2020

Lectura 4 (a 122 días de la lectura 1):

10 de diciembre de 2020

Cada tratamiento se aplicó en 10 plantas que se escogieron al azar, de la misma edad y bajo las mismas condiciones de manejo; sobre las mismas, se llevó a cabo las mediciones y lecturas correspondientes, en el periodo antes indicado.

Se trabajó en condiciones de invernadero, en predios del Centro de Investigación en Forrajes “La Violeta”, en Tiquipaya, Cochabamba (*se tiene información adicional sobre temperaturas en este ambiente, al final del artículo*).

La variable de respuesta principal, evaluada en los plantines de *Leucaena leucocephala*, y considerada para el presente artículo, fue la altura de planta, medida en cm, desde la base hasta el punto más alto de desarrollo de la planta.

También se midió el desarrollo radicular (largo y ancho de raíces), al finalizar el ensayo, mediante muestreo destructivo, sin réplicas, por tanto no se realizó un análisis de varianza y los datos son solo descriptivos.

Para la altura de planta, los datos obtenidos en cada una de las lecturas 2, 3 y 4 (la lectura 1 fue el inicio del ensayo, al momento de aplicar los tratamientos) se describieron solamente de manera numérica, en la medida de tener diferentes alturas de planta promedio, al iniciar el ensayo, ya que los plantines provenían de trabajos anteriores y al momento de iniciar este ensayo, tenían un año de desarrollo.

En este sentido, la evaluación del ensayo, se basó en un análisis de regresión, buscando caracterizar las tendencias de desarrollo de los plantines, como respuesta a la aplicación de las micorizas puras y combinadas con humus, comparadas con el tratamiento testigo, en ambos casos, solo para la altura de planta.

Resultados y discusión

Altura de planta

En base a las tres lecturas de evaluación, vale decir a 72, 98 y 122 días del inicio del ensayo, la tendencia de desarrollo vegetativo, expresado en el tamaño de las plantas a lo largo de las lecturas consideradas, mostró un incremento sostenido y mayor en todos los tratamientos, comparando con el tratamiento testigo. Así, el Cuadro 1 muestra los valores medios de todas las lecturas de altura de planta.

Debe tomarse en cuenta que los resultados del Cuadro 1 son solo referenciales ya que los 7 tratamientos “partieron” de diferentes tamaños iniciales de planta (véase las lecturas de la primera evaluación del 10 de agosto); de todas maneras destacan todos los tratamientos con MA y/o humus, salvo el T2, pero debido a que la altura de planta promedio al inicio (lectura 1), es la más baja entre el resto de los tratamientos (sin contar el testigo).

Los valores medios para los tratamientos T1, T3, T4, T5 y T6, están por sobre la media en cada evaluación posterior a la aplicación de MA y humus, mientras que los valores para el testigo y el T2, están por debajo del promedio, en las evaluaciones 2, 3 y 4.

Considerando el distinto tamaño inicial al momento de empezar el ensayo, la Figura 1 detalla el incremento porcentual del

crecimiento de los plantines de *Leucaena leucocephala*, en los 122 días de duración del ensayo, resultante de considerar a la primera lectura (del 10 de agosto de 2020), como el punto inicial (día 0) de comparación, con los datos de la cuarta y última lectura (del 10 de diciembre de 2020). Un análisis de varianza para esta variable de respuesta adicional, resultó no significativo a causa de un elevado Coeficiente de Variación (CV).

Cuadro 1. Altura de planta promedio (en cm) de leucaena, en cuatro momentos de desarrollo, como respuesta a la aplicación de micorrizas y humus

Código	Descripción	Número de lectura			
		Primera (día 0)	Segunda (a 72 días)	Tercera (a 98 días)	Cuarta (a 122 días)
T 1	10 g MA	49.8	72.1	80.0	91.6
T 2	20 g MA	40.2	60.7	71.2	73.8
T 3	10 g humus	49.6	67.7	74.8	84.2
T 4	20 g humus	49.5	68.2	77.2	88.2
T 5	5 g MA+5 g humus	51.2	71.8	83.0	99.6
T 6	10 g MA+10 g humus	46.4	67.5	73.2	86.8
T 7	Testigo	31.6	41.0	47.0	47.6
Promedio		45.5	64.1	72.3	81.7

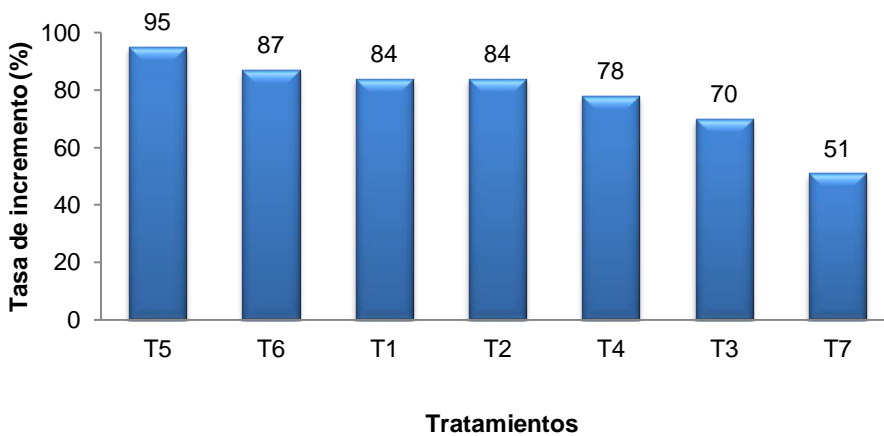


Figura 1. Incremento en altura de planta (en %) en 122 días de desarrollo en plantines de leucaena para tratamientos con aplicación de micorrizas y humus (Letras iguales por columna, indican diferencias no significativas según Duncan -p: 0.05-)

Como se ilustra en la Figura 1, el mayor incremento en altura de planta, se presentó en el tratamiento T5 (5 g MA + 5 g humus), en el cual, el tamaño de planta prácticamente se duplicó entre la evaluación 1 y la 4 (122 días entre ambas lecturas), después de la aplicación de MA + humus. Igualmente destacan los tratamientos T6 (10 g MA + 10 g humus), T1 y T2 (solo MA, 5 y 10 g, respectivamente); en el caso del T2 en especial, el incremento porcentual es notorio, ya que en el Cuadro 1 si bien los datos de altura de planta están por debajo de la media en cada evaluación, esto se debe a que para este tratamiento, al iniciar el ensayo, se partió de plantas pequeñas, en relación a las del resto de tratamientos.

Dadas estas consideraciones, el enfoque principal para determinar de mejor manera los efectos de la aplicación de MA y/o humus, se focalizarán en la Figura 2, la cual detalla las tendencias de crecimiento a lo largo de las 4 evaluaciones, comparando los 6 tratamientos que tenían MA y/o humus, frente al testigo, tomando en cuenta el tipo de tendencia o regresión, y en especial el Coeficiente de Regresión determinado en las ecuaciones lineales respectivas.

La Figura 2 muestra una tendencia positiva del desarrollo de los plantines de leucaena, como respuesta a la aplicación de MA y/o humus, notoriamente superior a la resultante del tratamiento testigo; en especial en el caso del T5, T6 (ambos con MA + humus y T1 (solo MA).

Un factor importante que debe destacarse en la Figura 2, es el Coeficiente de Regresión de las ecuaciones lineales en las seis comparaciones planteadas, es decir de los tratamientos con MA y/o humus, frente al testigo, el cual expresa la tasa diaria de crecimiento, en términos de

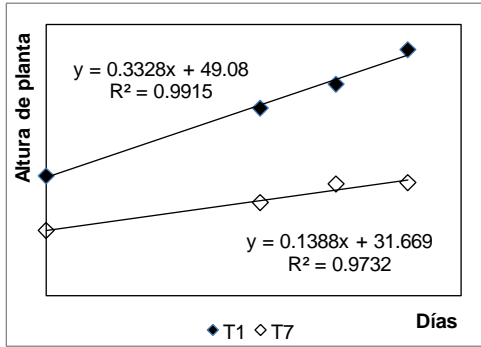
cm/día en el periodo de 122 días de evaluación del ensayo. Así, se evidencia que la tendencia lineal de crecimiento de plantas en los tratamientos T5, T1 y T6, tienen los mayores valores del Coeficiente de Regresión, comparados con el resto de tratamientos, llegando a 0.376, 0.333 y 0.315 cm/día, respectivamente. Nótese que para el T7 (testigo), el valor del coeficiente indicado es de solo 0.14 cm/día, es decir que sin aplicar nada en los plantines de leucaena, la altura de planta se incrementa solamente 0.139 cm/día.

Se destaca el T1 (10 g MA) que llega a una tasa de crecimiento elevada (0.333 cm/día), lo que pone de relieve el efecto positivo de solo el hongo micorrizico arbuscular aplicado.

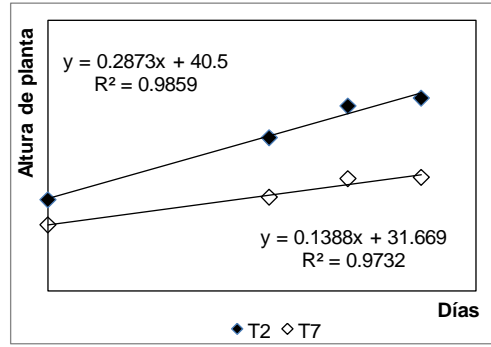
Estas tendencias positivas son semejantes a las observadas por Ferrufino y Sánchez (2006), quienes inocularon micorrizas en plantines de tembe para palmito (*Bactris gasipaes* Kunth), en el trópico de Cochabamba, a nivel de vivero, reportando tasas de crecimiento de 0.117 cm/día en plantas inoculadas con micorrizas frente a 0.087 cm/día en plantas no inoculadas, en un periodo de 190 días de duración del ensayo.

Por su parte, Sudo *et al.* (1996), trabajando también con tembe, indican que plantas inoculadas con micorrizas fueron hasta 45% más altas que plantas no inoculadas.

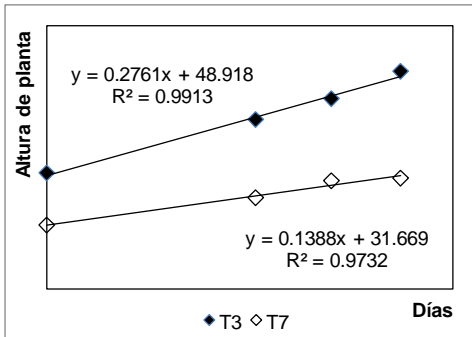
Velasco *et al.* (2016) trabajando con lechuga hidropónica, indican que el tratamiento humus + micorrizas, mostró una mayor altura de planta respecto a los demás tratamientos, tendencia similar a la encontrada en el presente trabajo con plantines de leucaena.



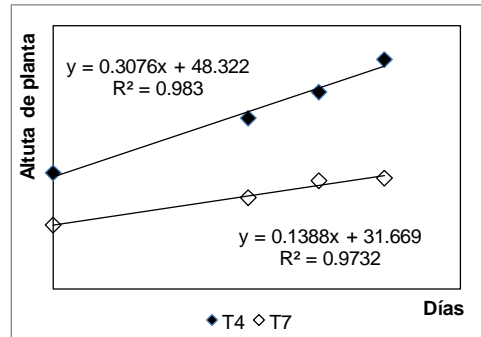
T1 vs. T7



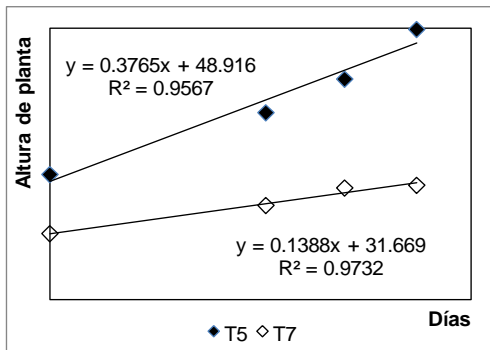
T2 vs. T7



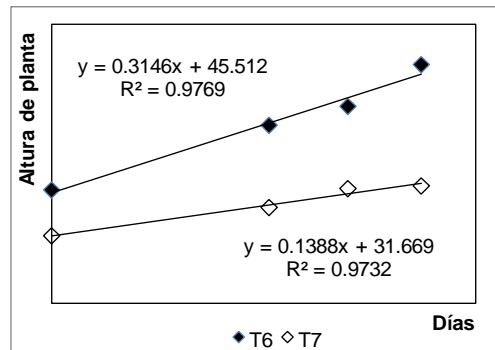
T3 vs. T7



T4 vs. T7



T5 vs. T7



T6 vs. T7

Figura 2. Tendencias del desarrollo en altura de planta, en plantines de *Leucaena leucocephala*, para seis tratamientos con MA y/o humus frente al tratamiento testigo, en base a cuatro lecturas en 122 días desde la aplicación de los tratamientos

Diámetro de tallo

El Cuadro 2 detalla todas las lecturas realizadas en los plantines seleccionados por cada uno de los siete tratamientos, para esta variable que pretende describir la tendencia de engrosamiento de los tallos (en la parte central) de los plantines de *Leucaena leucocephala*. Como se puede ver y era de esperarse, a partir de las lecturas a 72, 98 y 122 días del inicio del ensayo, en todos los casos las plantas tendieron a desarrollar de forma muy lenta pero sostenida, el diámetro del tallo,

destacando el tratamiento testigo, donde se tuvo una mayor respuesta. Al igual que en el caso de la variable “altura de planta”, al tener diferencias en la lectura inicial (la del 10 de agosto), la comparación estadística se la hizo a partir de diferencias porcentuales entre la última lectura (día 122) y la primera (día 0) (Figura 3).

Finalmente, la Figura 4 presenta las tendencias de esta variable, comparando los 6 tratamientos con MA y humus con el tratamiento testigo.

Cuadro 2. Diámetro de tallo (en cm) de leucaena, en cuatro momentos de desarrollo, como respuesta a la aplicación de micorrizas y humus

Código	Tratamiento Descripción	Número de lectura			
		Primera (día 0)	Segunda (a 72 días)	Tercera (a 98 días)	Cuarta (a 122 días)
T 1	10 g MA	0.42	0.48	0.54	0.55
T 2	20 g MA	0.46	0.48	0.50	0.52
T 3	10 g humus	0.44	0.45	0.48	0.54
T 4	20 g humus	0.44	0.46	0.47	0.50
T 5	5 g MA+5 g humus	0.42	0.44	0.52	0.55
T 6	10 g MA+10 g humus	0.40	0.40	0.44	0.48
T 7	Testigo	0.45	0.55	0.60	0.63
Promedio		0.43	0.47	0.51	0.53

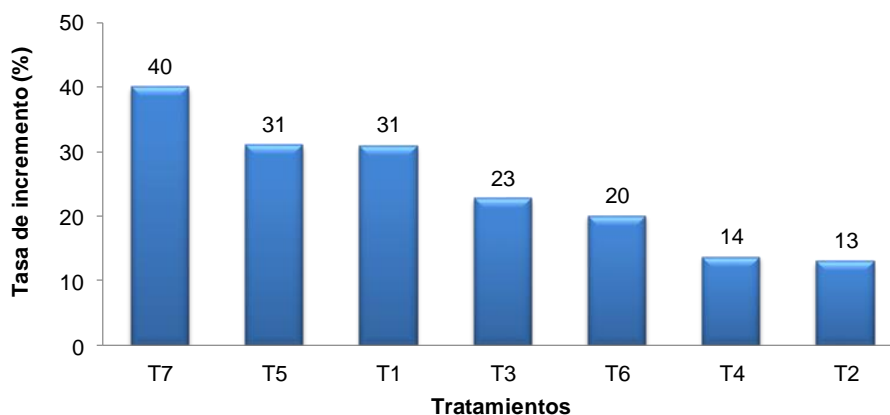


Figura 3. Incremento del diámetro del tallo (en %) en 122 días de desarrollo de plantines de leucaena para tratamientos con aplicación de micorrizas y humus

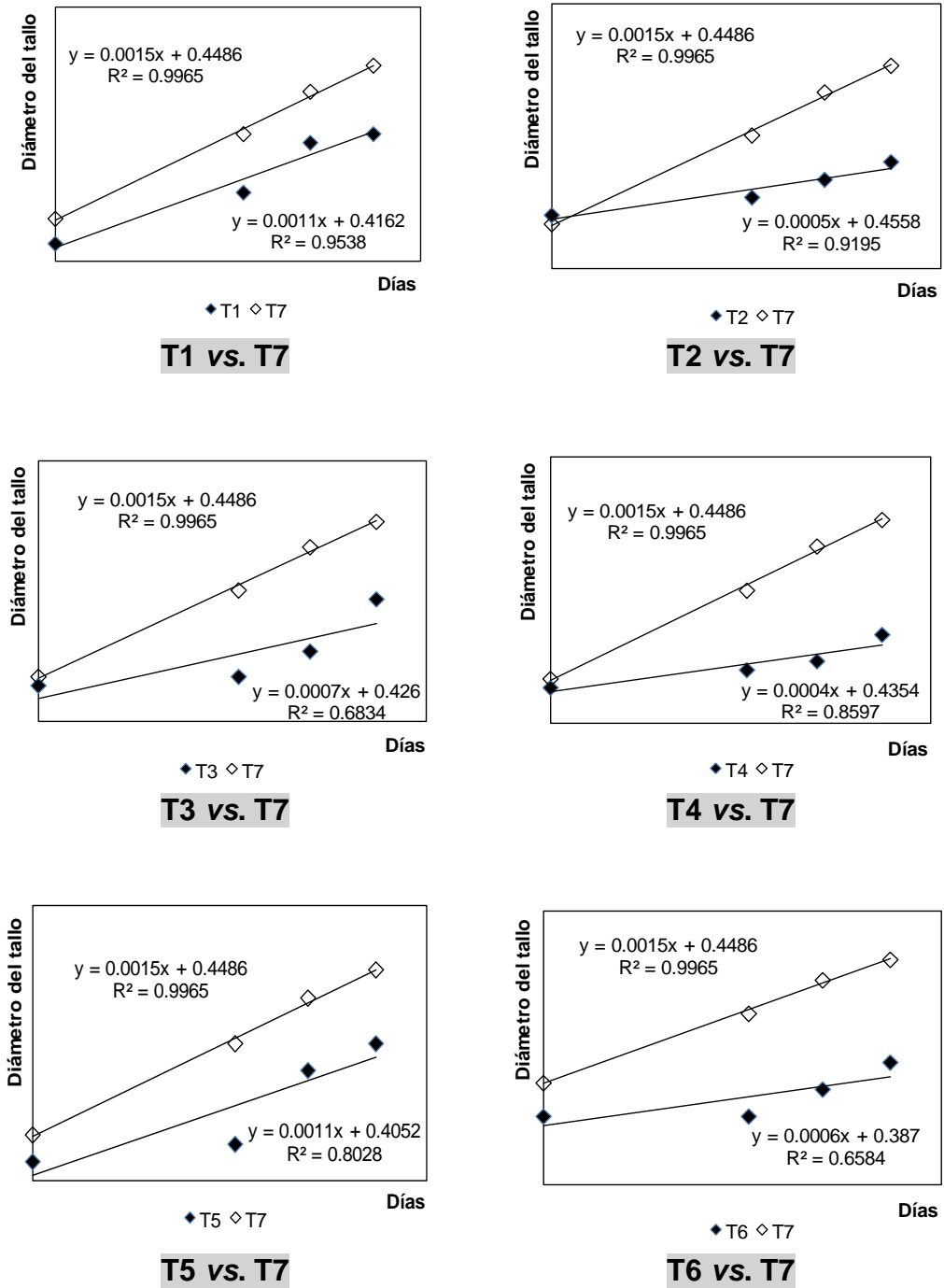


Figura 4. Tendencias de crecimiento del tallo en plantines de *Leucaena leucocephala*, para seis tratamientos con MA y/o humus frente al tratamiento testigo, en base a cuatro lecturas en 122 días desde la aplicación de los tratamientos

Largo y ancho de raíz

A nivel radicular, las figuras 5 y 6 muestran los valores determinados para el largo y ancho, respectivamente, de la masa radicular, para cada uno de los tratamientos evaluados.

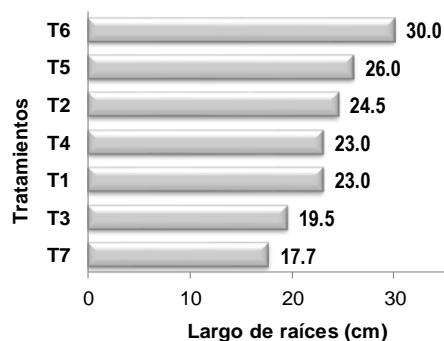


Figura 5. Largo de masa radicular (cm) en plantines de leucaena, como efecto de aplicar MA, humus y la mezcla de ambos

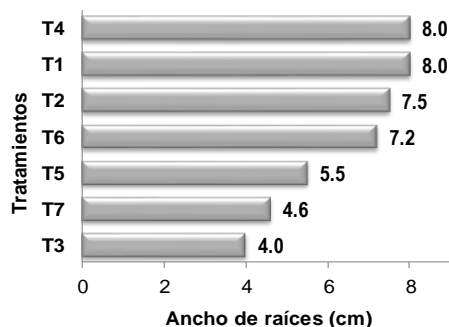


Figura 6. Ancho de la masa radicular (cm) en plantines de leucaena, como efecto de aplicar MA, humus y la mezcla de ambos

Como se aprecia en las dos figuras anteriores, todos los tratamientos con MA y/o humus, superan al tratamiento testigo. Destacan los tratamientos T6 (10 g MA+10 g humus) y T5 (5 g MA+5 g humus), en especial para el largo de raíces, que es un reflejo de la capacidad de exploración del suelo, como principal ventaja que proporcionan las micorrizas a nivel edáfico.

Si bien los datos precedentes no se han sometido a un ANVA, son nomás reflejo de los beneficios que implica tener este tipo de organismos benéficos (MA) y abonos orgánicos (humus) en el manejo de factores agronómicos.

Conclusiones

A partir de la tendencia de crecimiento en términos de altura de planta, diámetro del tallo y masa radicular de plantines de *Leucaena leucocephala*, y considerando las cuatro evaluaciones realizadas en el periodo de 122 días de duración del ensayo, se concluye y recomienda:

- En comparación con el testigo, todos los tratamientos fueron exitosos, destacando claramente los tratamientos T6, T2 y T5, todos ellos con presencia de micorrizas, sea sola o en combinación con humus.
- La respuesta a nivel de desarrollo vegetativo de la planta y a nivel radicular, fue positiva con la aplicación de micorrizas, por lo cual se recomienda el uso de las mismas, antes o después de que la semilla haya germinado.
- La tendencia de mayor engrosamiento del tallo en el tratamiento testigo, pareciera deberse a un “efecto de proporcionalidad” de la especie considerada, en esta caso *Leucaena leucocephala*, la cual al no haber desarrollado su altura de planta en mayor proporción, de alguna manera compensó con un mayor engrosamiento del tallo de los plantines evaluados.
- Se recomienda evaluar estas combinaciones de micorrizas y humus, en especies forestales desde las primeras fases de los plantines en vivero.

Referencias citadas

- Arandia W., Gutiérrez E., Ortuño N. 2020. Evaluación de micorrizas, roca fosfórica y azufre en polvo en el cultivo de cebolla (*Allium cepa*). **En:** Revista de Agricultura, nro. 62. Septiembre de 2020. Fuentes R., Meneses R. (eds.). FCAyP-UMSS, CIF-UMSS. Cochabamba, Bolivia. p. 12-22.
- Camargo-Ricalde S., Montaña N., de la Rosa-Mera C., Montaña S. Micorrizas: una gran unión debajo del suelo. *En línea*. Disponible en: www.revista.unam.mx/vol.13/num7/art72/ Consultado en julio de 2021.
- Ferrera-Cerrato R. 2007. Microbiología agrícola: hongos, bacterias, micro y macrofauna, control biológico y planta-microorganismo. Trillas. México. 568 p.
- Ferrufino A., Sánchez M. 2006. Efecto de la inoculación con micorrizas en el crecimiento de plántulas de tembe para palmito (*Bactris gasipaes* Kunth) en fase de vivero. **En:** Revista de Agricultura, nro. 37. Junio de 2006. Gutiérrez E., Meneses R., Gandarillas A. (eds.). FCAyP-UMSS, CIF-UMSS, PROINPA. Cochabamba, Bolivia. p. 31-36.
- Franco J., Navia O., Ortuño N., Main G., Herbas J. 2007. Empleo de microorganismos para una agricultura sostenible y soberana en Bolivia. **En:** Revista de Agricultura, nro. 41. Diciembre de 2007. Gutiérrez E., Meneses R., Gandarillas A., Gabriel J. (eds.). FCAyP-UMSS, CIF-UMSS, Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. p. 7-14.
- Herrera R., Rojas F., Ortuño N. 2021. Efecto de microorganismos nativos como promotores de crecimiento para el uso racional de urea en hortalizas. **En:** Revista de Agricultura, nro. 63. Mayo de 2021. Fuentes R., Meneses R. (eds.). FCAyP-UMSS, CIF-UMSS. Cochabamba, Bolivia. p. 22-30.
- Ribeiro da Silva E., Figueira da Silva C., Saggin O. 2004. Micorrizas: Importancia para los cultivos. **En:** Memoria 7ma. Reunión Boliviana de Rhizobiología y Leguminosas. p. 224-228. Trinidad, Beni, Bolivia. 15 al 17 de septiembre de 2004. Ruiz D., Barba R., Oller V. (eds.). Beni, Bolivia. 240 p.
- Sudo A., da Silva E., Bovi M., de Almeida D., Cozzolino K. 1996. Produção de mudas de pupunheira colonizadas por fungos micorrizicos arbusculares. Revista Brasileira da Ciência do Solo. 20: 529-532.
- Vega M. 2018. Las micorrizas, una estrategia ecológica para optimizar la calidad de los cultivos. Ed. Phytoma. España, Culiacán, Sinaloa, México. Trillas. 112 p.
- Velasco J., Aguirre G. Ortuño N. 2016. Humus líquido y microorganismos para favorecer la producción de lechuga (*Lactuca sativa* var. Crespa) en cultivo de hidroponía. J. Selva Andina Biosph. Vol. 4, nro. 2, p.71-83. *En línea*. Disponible en: www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-38592016000200004&lng=es&nrm=iso Consultado en julio de 2021.

Información adicional: *Temperaturas (°C) históricas registradas en el invernadero del CIF donde se realizó el ensayo para el periodo agosto a diciembre:*

Mes	Máxima (promedio)	Mínima (promedio)	Máxima (extrema)	Mínima (extrema)
Agosto	36.9	5.8	41.0	0.0
Septiembre	39.0	8.8	45.0	3.0
Octubre	40.0	10.7	44.5	6.0
Noviembre	40.8	11.8	47.0	7.5
Diciembre	40.9	12.4	49.0	8.5



Vista general del ensayo en plena fase de desarrollo vegetativo



Izquierda: Registro de altura de planta como una de las variable de respuesta del ensayo. Derecha: Seguimiento permanente del ensayo en condiciones de invernadero en “La Violeta”.



Desarrollo de plantines (arriba) y masa radicular (abajo) de Leucaena leucocephala, como respuesta a la aplicación de tratamientos con micorrizas arbusculares, humus y la mezcla de ambos



Aplicación de tratamientos (izquierda) y registro de datos en el invernadero del CIF "La Violeta", en el periodo 10 de agosto a 10 de diciembre de 2020