

**Original****Evaluación de micorrizas arbusculares en la producción de plántulas de tomate****Evaluation of arbuscular mycorrhizas on tomato plantlets production**

Dr. C. Alejandro Alarcón Zayas. Doctor en Ciencias Técnicas Agropecuarias. Profesor Titular. Universidad de Granma. Cuba. [[aalarconz@udg.co.cu](mailto:aalarconz@udg.co.cu)]. 

M. Sc. Roberto Alfonso Viltres Rodríguez. Máster en Ciencias Químicas. Profesor Auxiliar. Universidad de Granma. Cuba. [[rviltresr@udg.co.cu](mailto:rviltresr@udg.co.cu)]. 

Dr. C. Tony Boicet Fabr . Doctor en Ciencias Agrícolas. Profesor Titular. Universidad de Granma. Cuba. [[tboicetf@udg.co.cu](mailto:tboicetf@udg.co.cu)]. 

Dr. C. Melquiades Ramos Escalona. Doctor en Ciencias Técnicas Agropecuarias. Profesor Auxiliar. Universidad de Granma. Cuba. [[mramose@udg.co.cu](mailto:mramose@udg.co.cu)]. 

**Recibido:** 24/04/2020 | **Aceptado:** 1/10/2020

**Resumen**

El presente trabajo investigativo se desarrolló en el periodo comprendido del 23 de septiembre al 13 de octubre del 2017 en condiciones de semilleros en un área del Huerto Intensivo de la Empresa Agropecuaria del municipio de Media Luna, con el objetivo de evaluar el efecto de micorrizas arbusculares en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L. variedad Placero), empleándose un sustrato constituido por una mezcla de suelo, estiércol ovino y cascarilla de arroz en proporción 2:1:1. Se inocularon cinco cepas de micorrizas arbusculares del género *Glomus* (*Glomus intraradices*, *G. fasciculatum*, *G. mosseae*, *G. caledonium* UK y *G. occultum*) a razón de 300 g m<sup>-2</sup> en el momento de la siembra de las semillas en el semillero y un control (sin inoculación), los cuales se ubicaron sobre un diseño de bloques al azar con tres réplicas. Se evaluaron indicadores del crecimiento de las plántulas (altura promedio, longitud de la raíz principal, diámetro del tallo y masa seca promedio) y parámetros micorrízicos (colonización micorrízica e índice de eficiencia micorrízica). Las micorrizas arbusculares inoculadas produjeron un efecto positivo y significativo sobre los indicadores del crecimiento y parámetros micorrízicos evaluados, destacándose las cepas *G. intraradices* y *G. occultum* con los mejores resultados. Con el empleo de estos bioinoculantes se pueden obtener plántulas más saludables, vigorosas y aptas para el trasplante en menor tiempo de exposición en el semillero, evidenciándose su capacidad biofertilizante y

bioestimulante del crecimiento vegetal y la posibilidad real de su empleo como alternativas de fertilización en la agricultura.

**Palabras claves:** micorrizas arbusculares; plántulas; tomate; bioinoculante

### **Abstract**

The present research was carried out under seedling conditions in area of intensive agricultural orchard, belonging to agricultural farm of Media Luna municipality during September, 23th to October, 13th 2017 in order to evaluate the effect of arbuscular mycorrhizas on tomato (*Solanum lycopersicum* L, var. Placero) plantlets production, employing a substrate composed up by soil, sheep manure and rice husk in 2:1:1 proportion. Five arbuscular mycorrhizal strains belong to *Glomus* genus (*Glomus intraradices*, *G. fasciculatum*, *G. mosseae*, *G. caledonium* UK y *G. occultum*) in proportion of 300 g m<sup>-2</sup> during the seed sowing on seedling ere inoculated. In addition, a control (without inoculation) also was used, which were set up on randomized block design with three replicates. The plantlets growth indicators (average height, principal root length, steam diameter and average dry matter) and mycorrhizal parameters (mycorrhizal colonization and mycorrhizal efficiency index) were evaluated. The inoculated arbuscular mycorrhizas showed a positive and significant effect on growth indicators and mycorrhizal parameters evaluated, highlighting the native strains: *G. intraradices* and *G. occultum* with the best results. Moreover, it is possible to get most vigorous, healthy and available plantlets for transplanting in a shorter time, showing the biofertilizing and biostimulating abilities of these bioinoculants on plant growth, as well as, the real possibilities of their use as an alternative of fertilization in agriculture under seedling condition.

**Key words:** arbuscular mycorrhizas; plantlets; tomato; bioinoculants

### **Introducción**

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) ocupa en Cuba la mayor área cultivable entre los vegetales, llegando a representar el volumen más alto de producción con relación al resto de los cultivos hortícolas, siendo China, EE.UU y Turquía los mayores productores en el mundo FAO (2019).

Los frutos del tomate juegan un importante papel en la dieta humana debido a sus excelentes cualidades nutritivas y a su alto contenido de sales minerales, azúcares, vitaminas (C, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, A, E), ácidos orgánicos, fibra, compuestos antioxidantes pigmentos carotenoides (licopeno, β-caroteno) y metabolitos secundarios Raiola, Rigano, Calafiore, Frusciante, y Barone, (2014). Diferentes estudios realizados a nivel mundial ha confirmado que una dieta rica en hortalizas

como el tomate puede ayudar a reducir los riesgos de diferentes tipos de enfermedades tales como: cardíacas, cerebro-vasculares, cáncer, Diabetes Mellitus y obesidad Martí (2016)

Actualmente uno de los principales retos de la agricultura en Cuba y el mundo es mejorarla calidad de las plántulas de tomate en los semilleros, con el objetivo de incrementar los rendimientos del cultivo en calidad y cantidad, combinado con una reducción del empleo de quimioproductos como fertilizantes minerales y plaguicidas, que pudiera a su vez incrementar la sustentabilidad en la producción del cultivo Ronga, Caradonia, Francia, Morcia, Rizza, Badeck, Ghizzoni, y Terzi (2019). Una alternativa viable, ecológica y económicamente factible al uso de productos químicos contaminantes del suelo y medio ambiente, es la inoculación de micorrizas arbusculares en la zona rizosférica de la planta hospedera (braim, (2018); Ronga *et al.*, (2019); Ferrol, Azcón y Pérez (2019) Jamiolkowska, Hamood, Skwarylo, Patkowska, y Mielniczuk, (2020). Las micorrizas arbusculares son consideradas microorganismos simbióticos rizosféricos de gran importancia en la agricultura debido fundamentalmente a su habilidad de promover la nutrición y el crecimiento de las plantas mediante la absorción de nutrientes y agua, gracias al micelio extramático arbuscular del hongo distribuido externamente sobre las raíces del hospedero que ellas colonizan Zare, Khanpour y Ghanati, F. (2017)., Ferrol *et al.*, (2019); Castañeda, Toro, Solorzano, y Zúñiga (2020). En tal sentido, se plantea además, que las micorrizas arbusculares también han sido efectivas en mejorar la supervivencia de las plántulas después del trasplante y favorecer la tolerancia de las plantas a condiciones abióticas y bióticas de estrés tales como: exceso de acidez en los suelos, salinidad, altas temperaturas, exceso o déficit de humedad, contaminación por metales pesados, toxicidad por  $Al^{3+}$  y presencia de patógenos en el suelo Chitarra, Pagliarani, Maserti, Lumini, Siciliano, Cascone, Schubert, Gambino, Balestrini, y Guerrieri, (2016). Mathimaran, Sharma, Mohan y Bagyaraj, (2017). Dar, Resh, y Shah, (2017). Teniendo en cuenta la importancia de la obtención de plántulas de tomate de alta calidad para la fase de trasplante en campo y las potencialidades del empleo de la micorrización en los sistemas agrícolas de producción, se plantea como objetivo: Evaluar el efecto de las micorrizas arbusculares en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L. variedad Placero) en condiciones edafoclimáticas del municipio de Media Luna, provincia de Granma.

### **Población y Muestra**

El experimento se llevó a cabo en el período comprendido del 23 de septiembre al 13 de octubre del 2017 en condiciones de semilleros en un área del Huerto Intensivo de la Empresa Agropecuaria del municipio de Media Luna donde se evaluó el efecto de diferentes cepas

demicorrizas arbusculares sobre indicadores del crecimiento de plántulas de tomate y parámetros micorrízicos en condiciones de semillero.

### **Materiales y métodos**

Los datos de las variables climáticas bajo las cuales se desarrolló la investigación fueron tomados de la Estación Agrometeorológica de Cabo Cruz, municipio de Niquero, provincia de Granma, donde la temperatura promedio fue de 25,5 °C, siendo octubre el mes más lluvioso con 187,8 mm y la humedad relativa en esta época se mantuvo en un rango de 87,6-88,9 %.

Se utilizó la variedad de tomate "Placero" con un 93 % de germinación, de crecimiento determinado, de un alto potencial agroproductivo, resistente a plagas y enfermedades.

Para la producción de plántulas, se seleccionaron las semillas, sin deshidratación, daños mecánicos y síntomas de enfermedades fúngicas o bacterianas, se desinfectaron con una solución de NaClO al 5 % durante 5 minutos y se sembraron en un semillero de 26,0 m<sup>2</sup>, compuesto por tres canteros de 6,50 m<sup>2</sup> (6,50 m de largo y 1 m de ancho), a razón de 2,3 g m<sup>-2</sup> (aproximadamente 340 semillas m<sup>-2</sup>), a una profundidad de 1,5 cm en un sustrato constituido por una mezcla de suelo, estiércol ovino y cascarilla de arroz en proporción 2:1:1, el cual se desinfectó con una solución de formol al 5 %, y que se caracterizó por presentar un pH débilmente alcalino (7,5), un contenido de materia seca de 59,3%, una buena relación C/N (11,6) y una buena proporción de macro (N, K, P) y microelementos (Zn, Fe, Mn, Mo, Cu y B).

Las semillas de tomate se inocularon de forma individual con los inóculos de cinco cepas de micorrizas arbusculares (MA) del género *Glomus* (*Glomus intraradices*, *G. fasciculatum*, *G. mosseae*, *G. caledonium* UK y *G. occultum*) en el momento de la siembra en el semillero y fueron esparcidos por los canteros a una profundidad de 3 cm a razón de 300g m<sup>-2</sup>. Un tratamiento control (sin inoculación) también fue utilizado para un total de 6 tratamientos con tres réplicas, cuales se ubicaron sobre un diseño de bloques al azar. Las cepas de MA fueron clasificadas y clasificadas por el Instituto de Ecología y sistemática de la Habana, con las siguientes características micorrízicas: raicillas colonizadas de 60-75 %, esporas totales (150-240 esporas 100 g<sup>-1</sup> de suelo) y un grado de pureza de un 92 %.

A los 10 y 20 días de sembrado el semillero, se seleccionaron y tomaron al azar 15 plántulas por tratamiento y se evaluaron los siguientes indicadores del crecimiento vegetal:

1. Longitud de la raíz. Se determinó mediante la medición con una regla milimetrada y se expresó en centímetros (cm)
2. Diámetro del tallo. Se cuantificó usando un pie de Rey se expresó en milímetros (mm).

3. Altura de la plántula. Se determinó empleando una cinta métrica y se expresó en centímetros (cm).
4. Masa seca promedio de la plántula. Se evaluó mediante el pesaje de todos los órganos de la plántula, empleando una balanza eléctrica digital monoplato (modelo 11-DO629) con precisión de 0,3 mg y se expresó en gramos (g)

A los 20 días del ciclo biológico de las plántulas se determinaron los siguientes parámetros micorrízicos:

- Colonización micorrízica (CM). Según la técnica del conteo de interseptos (Grid line) de Giovanetti y Mosse (1980) con previa tinción de raicillas por el método de Phillips y Hayman (1970) y se expresó en porcentaje
- Índice de Eficiencia Micorrízica (IEM). Por la metodología propuesta por Panchette *et al.* (1983), empleando la masa seca de los tratamientos micorrizados y el control (sin micorrización) y se expresó en porcentaje.

A todos los datos obtenidos se les verificó la normalidad por la prueba estadística de Kolmogorov-Smirnov y la homogeneidad de varianza por la prueba de Bartlett y se procesaron estadísticamente mediante un análisis de varianza de clasificación doble y comparación múltiple de medias por la prueba paramétrica de Tukey a una probabilidad de error al 5 % ( $p \leq 0,05$ ), empleando el paquete estadístico "Statistica" para Windows, versión 7,0. Para realizar el análisis estadístico de los indicadores expresados en porcentajes, estos previamente se transformaron empleando la expresión matemática  $X = \arcsen\sqrt{p}$  (donde  $p$ =porcentaje).

### **Análisis de los resultados**

La inoculación de micorrizas arbusculares del género *Glomus* favoreció notablemente los indicadores diámetro del tallo y longitud de la raíz de plántulas de tomate, al lograrse incrementos significativos de estas variables, en comparación con las plántulas controles (sin inoculación), tanto a los 10 días como a los 20 días después de la germinación de las semillas en el semillero (Tabla 1). Los mejores resultados en cuanto a estos dos indicadores se lograron con la inoculación de las cepas *Glomus occultum* y *Glomus intraradices*, las cuales mostraron diferencias significativas con respecto a las restantes especies de micorrizas arbusculares inoculadas y el control (sin inoculación).

**Tabla 1. Efecto de micorrizas arbusculares sobre la longitud de la raíz principal y el diámetro del tallo de las plántulas de tomate en la fase de semillero.**

No	Tratamientos	Longitud de la raíz (cm)		Diámetro del tallo (mm)	
		10 ddg	20 ddg	10 ddg	20 ddg
1	Control (sin inoculación)	3,75 d	7,20 d	1,92 c	4,22 c
2	<i>Glomus intraradices</i>	6,50 a	10,57a	2,55 a	5,15 a
3	<i>Glomus fasciculatum</i>	5,55 b	8,80 b	2,20 b	4,97 a
4	<i>Glomusetunicatum</i>	4,37 c	8,07bc	1,95 bc	4,40 b
5	<i>Glomus mosseae</i>	5,50 b	8,60 b	2,30 b	5,05 a
6	<i>Glomus occultum</i>	6,54 a	10,80a	2,55a	5,10 a
7	CV (%)	8,1425	3,8125	10,3642	3,9229
	ESx	0,3008	0,3260	0,0814	0,0983

Medias con letras iguales en la misma columna no difieren significativamente para la prueba paramétrica de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). ddg: días después de la germinación.

A partir de estos resultados se demuestra la importancia de la inoculación de micorrizas arbusculares para mejorar el crecimiento e incrementar la calidad y la supervivencia de las plántulas de tomate en condiciones de semilleros. En tal sentido, Ibrahim (2018), comprobó que la inoculación simple y combinada de micorrizas arbusculares a las semillas de girasol (*Helianthus annuus* L.) estimuló el crecimiento y desarrollo de las plántulas en el campo, debido al efecto biofertilizante y bioestimulante de estos microsimbiontes.

Ronga *et al.* (2019) hacen referencia al papel de las micorrizas arbusculares en la absorción de nutrientes y agua, solubilización de iones fosfato, resistencia al déficit hídrico y capacidad de producir y liberar en sus exudados metabólicos, sustancias bioactivas que estimulan el crecimiento y desarrollo de plantas de tomate.

En estudios realizados por Zhang, Xu, Li, Long, Sui, Wu, Li, Wang, Zhong, y Sun, (2018) se evaluó el efecto del hongo micorrízico arbuscular, *Glomus mosseae* en el cultivo de *Lolium perenne* L., y se comprobó que este es capaz de mejorar el crecimiento, la tasa fotosintética y proteger el fotosistema II de la fotosíntesis en suelos contaminados con cadmio, lo que demuestra la importancia de la inoculación de este microorganismo en la supervivencia de las plantas en condiciones adversas de crecimiento.

En la Tabla 2 se muestra el comportamiento de la altura y masa seca promedio de las plántulas de tomate a los 10 y 20 días después de la germinación, donde se observa que los mejores

resultados en cuanto a estos dos indicadores se lograron también con la inoculación de las cepas *Glomus occultum* y *Glomus intraradices*, las cuales mostraron diferencias significativas con respecto a las restantes especies de micorrizas arbusculares inoculadas y el control (sin inoculación).

**Tabla 2. Efecto de micorrizas arbusculares sobre la altura y masa seca promedio de las plántulas de tomate en la fase de semillero.**

No	Tratamientos	Altura promedio de la plántula (cm)		Masa seca promedio de la plántula (g)	
		10 ddg	20 ddg	10 ddg	20 ddg
1	Control (sin inoculación)	6,67 d	11,70 d	4,97 c	7,57 c
2	<i>Glomus intraradices</i>	8,75 a	15,22 a	7,60 a	10,00 a
3	<i>Glomus fasciculatum</i>	7,42bc	13,70 b	6,12 b	8,50 b
4	<i>Glomusetunicatum</i>	7,30bc	12,80 c	5,77 b	8,42 b
5	<i>Glomus mosseae</i>	7,62 b	14,22 ab	6,22 b	8,90 b
6	<i>Glomus occultum</i>	8,75a	15,12 a	7,70 a	9,82 a
7	CV (%)	4,6901	2,7255	8,1146	3,9661
	ESx	0,3025	0,3392	0,4315	0,4402

Medias con letras iguales en la misma columna no difieren significativamente para la prueba paramétrica de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). ddg: días después de la germinación.

Los resultados obtenidos indican que las cepas de micorrizas arbusculares inoculadas mostraron un comportamiento muy disímil entre sí, ya que algunas de ellas fueron efectivas y otras medianamente efectivas bajo las condiciones expuestas. En tal sentido, se plantea por Ferrol *et al.* (2019), que las micorrizas arbusculares son microorganismos claves en la absorción y solubilización del fósforo, elemento que estimula el crecimiento vegetal y participa en los mecanismos de transferencia de energía a nivel celular.

Zare *et al.* (2017) Han confirmado en estudios realizados, que las micorrizas arbusculares son microorganismos simbióticos muy efectivos en la absorción de potasio y magnesio, elementos nutritivos esenciales que estimulan el metabolismo de los glúcidos, la producción de pigmentos fotosintéticos y el proceso fotosintético de las plantas, lo que repercute favorablemente en el mejoramiento de los indicadores del crecimiento, la producción de masa fresca y seca de los diferentes órganos de las plantas.

Estudios recientes desarrollados por Castañeda *et al.* (2020) demostraron que la inoculación de micorrizas arbusculares conjuntamente con la aplicación de Biochar mejoró significativamente la dinámica de crecimiento de las plantas del tomate (*Solanum lycopersicum* L.var. Cerasiforme), aspecto que influyó positivamente en los rendimientos, la producción y la calidad de los frutos.

El comportamiento de la colonización micorrízica e índice de eficiencia micorrízica se muestra en la Tabla 3, donde se observa que los valores de colonización micorrízica oscilaron entre 12,00 y 16,50 % y el índice de eficiencia micorrízica entre 9,94-24,14 %, lográndose los índices más elevados de estos parámetros micorrízicos en los tratamientos, donde se inocularon las cepas *Glomus occultum* y *Glomus intraradices*, cepas de micorrizas arbusculares que también mostraron los mejores resultados en cuanto a los indicadores del crecimiento evaluados.

**Tabla 3. Comportamiento del porcentaje de colonización micorrízica e índice de eficiencia micorrízica a los 20 del ciclo biológico de las plántulas de tomate en el semillero**

No	Tratamientos	Colonización Micorrízica (%)	Índice de Eficiencia Micorrízica (%)
1	Control (sin inoculación)	0,00 c	0,00 c
2	<i>Glomus intraradices</i>	16,50 a	24,14 a
3	<i>Glomus fasciculatum</i>	13,25 b	10,58 b
4	<i>Glomusetunicatum</i>	12,00 b	9,94 b
5	<i>Glomus mosseae</i>	13,50 b	14,78 ab
6	<i>Glomus occultum</i>	16,50 a	23,05 a
	CV (%)	8,1300	34,3600
	ESx	1,2926	1,9888

Medias con letras iguales en la misma columna no difieren significativamente para la prueba paramétrica de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Los resultados obtenidos indican que existen diferencias muy notables en la distribución y colonización de las raíces de plántulas del tomate por los inóculos de las cepas de micorrizas arbusculares inoculadas, donde no todas las especies estudiadas presentaron la misma habilidad y capacidad de infectar o colonizar el sistema radical de la planta hospedera. Por lo que, se puede afirmar que existe una estrecha relación entre las características micorrízicas de las cepas inoculadas (capacidad de infectividad, grado de efectividad, índice de promiscuidad y dispersión) y la intensidad del proceso de micorrización, lo cual se manifiesta en los altos

índices de colonización y eficiencia micorrízica alcanzados en el período objeto de estudio. Estos resultados están en correspondencia con los informados por Janoušková *et al.* (2017), quienes coinciden en plantear que las micorrizas arbusculares, tanto nativas como no nativas se multiplican en la zona rizosférica de la planta hospedera a lo largo del tiempo de cultivo de una especie vegetal en campo o invernadero y uniformizan el proceso de colonización de las raíces entre las plantas inoculadas, mostrando diferentes grado de infectividad, efectividad y dispersión de los inóculos micorrízicos.

### Conclusiones

1. Las micorrizas arbusculares inoculadas produjeron efectos positivos en los indicadores del crecimiento y micorrízicos evaluados: grosor del tallo, longitud de la raíz, altura, peso seco promedio de la plántula, colonización micorrízica e índice de eficiencia micorrízica, destacándose con los mejores resultados las cepas *Glomus occultum* y *Glomus intraradice*
2. La inoculación de micorrizas arbusculares promovió la obtención de plántulas de tomate más vigorosas y saludables en menor tiempo de exposición de las semillas en el semillero.

### Recomendaciones

- Inocular micorrizas arbusculares en el momento de efectuar la siembra de las semillas en los semilleros con vista a la siembra por trasplante, como forma de estimular el crecimiento y favorecer el desarrollo y el estado fitosanitario futuro de la plantación.
- Ampliar estudio acerca de la compatibilidad de estos bioinoculantes con otros biofertilizantes y bioestimulantes del crecimiento vegetal que se emplean en la agricultura, con especial énfasis hacia aquellos que se aplican directamente al suelo.

### Referencias Bibliográficas

- Castañeda, W., Toro, M., Solorzano, A., & Zúñiga-Dávila, D. (2020). Production and nutritional quality of tomatoes (*Solanum lycopersicum*L.var. Cerasiforme) are improved in the presence of biochar and inoculation with arbuscular mycorrhizae. *American Journal of Plant Sciences*, 11: 426-436.
- Chitarra, W., Pagliarani, C., Maserti, B., Lumini, E., Siciliano, I., Cascone, P., Schubert, A., Gambino, G., Balestrini, R., & Guerrieri, E. (2016). Insights on the impact of arbuscular mycorrhizal symbiosis on tomato tolerance to water stress. *Plant Physiology*, 171:1-15.
- Dar, M.H., Resh, Z.A., & Shah, M.A. (2017). Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal (VAM) Fungi as a major biocontrol agent in modern sustainable agriculture system. *Russian Agricultural Sciences*, 43(2):132-137.

- FAO (2019). Datos estadísticos sobre el cultivo del tomate. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- Ferrol, N., Azcón-Aguilar, C., & Pérez-Tienda, J. (2019). Arbuscular mycorrhizas as key players in sustainable plant phosphorus acquisition: an overview on the mechanisms involved. A review. *Plant Science*, 280:441-447.
- Ibrahim, M. (2018). Response of seeds quality of sunflower to inoculation with single and mixed species of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi. *The Open Agriculture Journal*, 12:123-129.
- Jamiolkowska, A., Hamood-Thanoon, A., Skwarylo-Bednarz, B., Patkowska, E., & Mielniczuk, E. (2020). Mycorrhizal inoculation as an alternative in the ecological production of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *International Agrophysics*, 34:253-264.
- Janoušková, M., Krak, K., Vosátka, M., Püschel, D., & Storchová, H. (2017). Inoculation effects on root-colonizing arbuscular mycorrhizal fungal communities spread beyond directly inoculated plants. *Plos One*, 12: e0181525
- Marti, R., Rosello, S., & Cebolla-Cornejo, J. (2016). Tomato as a source of carotenoids and polyphenols targeted to cancer prevention. *Cancers*, 8:58
- Mathimaran, N., Sharma, M. P., Mohan Raju, B., & Bagyaraj, D. J. (2017). Arbuscular mycorrhizal symbiosis and drought tolerance in crop plants. *Mycosphere*, 8:361-376
- Raiola, A., Rigano, M.M., Calafiore, R., Frusciantè, L., & Barone, A. (2014). Enhancing the health-promoting effects of tomato fruit for biofortified food. *Mediators Inflamm.* pp. 1-16.
- Ronga, D., Caradonia, F., Francia, E., Morcia, C., Rizza, F., Badeck, F.W., Ghizzoni, R., & Terzi, V. (2019a). Interaction of tomato genotypes and arbuscular mycorrhizal fungi under reduced irrigation. *Horticulturae*, 5:79.
- Zare-Maivan, H., Khanpour-Ardestani, N., & Ghanati, F. (2017). Influence of mycorrhizal fungi on growth, chlorophyll content, and potassium and magnesium uptake in maize. *Journal of Plant Nutrition*, 40:2026-2032
- Zhang, H., Xu, N., Li, X., Long, J., Sui, X., Wu, Y., Li, J., Wang, J., Zhong, H., & Sun, G.Y. (2018). Arbuscular mycorrhizal fungi (*Glomus mosseae*) improves growth, photosynthesis and protects Photosystem II in leaves of *Lolium perenne* L. in cadmium contaminated soil. *Frontiers Plant Science*, 9:1156.