

## Micronutrientes y rendimiento en *Ammi majus* como respuesta a la aplicación de composta\*

### Micronutrients and *Ammi majus* yield answer to the application of compost

Alejandrina Ruíz-Bello<sup>1§</sup>, Libia Iris Trejo-Téllez<sup>1</sup> y Arturo Pérez-Vázquez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados- Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco, km 36.5, Col. Montecillo, Texcoco, Estado de México. C. P. 56230. (tlibia@colpos.mx; parturo@colpos.mx). <sup>§</sup>Autora para correspondencia: alexr@colpos.mx.

#### Resumen

La especie *Ammi majus* tiene potencial ornamental pero el principal motivo de estudio es su contenido de cumarinas y furanocumarinas, sustancias utilizadas como base en productos para padecimientos de la piel. El objetivo de este trabajo es conocer el rendimiento y absorción de micronutrientes con la aplicación de composta. El experimento se realizó en 2013 en Texcoco, México. Los tratamientos consistieron en mezcla suelo:composta 1:1 y suelo solo; a dos de las mezclas se les agregó 20 y 30% agrolita y a una tercera se le adicionaron 100 g de fertilizante N-P-K generando cinco tratamientos. Las plantas se cosecharon a los cinco meses de edad; se secaron a 71 °C, se pesaron y se molieron para el análisis de Fe, Cu, Mn y Zn. Se analizó pH, conductividad eléctrica, materia orgánica y capacidad de intercambio catiónico de los sustratos. La composta no tuvo efecto en la producción de materia seca, pero afectó significativamente el pH, la CE y la CIC de los sustratos. Las mezclas con agrolita y la mezcla con fertilizante, produjeron los rendimientos más altos; en estos, el pH subió y la CE bajó, ambos significativamente. Solo el Mn manifestó diferencias significativas, su absorción aumentó con la composta y con la disminución del pH inducida por el fertilizante. Se concluye que la adición de composta incrementó el rendimiento de *Ammi majus*, debido a los cambios inducidos en el sustrato y no necesariamente al aporte de nutrientes.

#### Abstract

*Ammi majus* species have ornamental value; however, the main object of study is the content of coumarins and furanocoumarins, substances used as base products for skin conditions. The aim of this study was to determine the performance of micronutrients with the application of compost. The experiment was conducted in 2013 in Texcoco, Mexico. The treatments consisted of mixing soil: compost 1:1 soil alone; two mixtures were added 20 and 30% "perlite" and a third 100 g of NPK fertilizer generating five treatments. Plants were harvested at five months of age; dried at 71 °C, weighed and ground for analysis of Fe, Cu, Mn and Zn. PH, electrical conductivity, organic matter and cation exchange capacity of the substrates were analysed. Compost had no effect on dry matter production, but significantly affected the pH, EC and CEC of the substrates. Mixtures with "perlite" and mixing with fertilizer produced the highest yields; in these, the pH went up and CE went down, both significantly. Only Mn showed significant differences, absorption increased with compost and with decreasing pH induced fertilizer. It is concluded that the addition of compost increased yield of *Ammi majus*, due to changes induced in the substrate and not necessarily the traditional nutrients.

**Keywords:** lace, medicinal plants, waste.

\* Recibido: mayo de 2014  
Aceptado: septiembre de 2014

**Palabras clave:** encaje, plantas medicinales, residuos.

La investigación se realizó en la zona de influencia del complejo "Tezcutzingo-Metecatl" en el municipio de Texcoco, Estado de México con la especie *Ammi majus* que existe en esta zona (Pulido-Salas y Koch, 1988). Pertenece a la familia Apiacea (alt. Umbelliferae) y es conocida con los nombres comunes de encaje y espuma de mar. Es nativa de Eurasia e introducida en América.

Crece desde unos 20 cm hasta un poco más de un metro; florece entre mayo y julio (CONABIO, 2009), pero con buenas condiciones de suelo, la floración puede prolongarse hasta inicio del invierno.

Aunque tiene potencial ornamental, la investigación actual se ha enfocado en sus propiedades medicinales, debidas que es fuente importante de cumarinas y furanocumarinas, sustancias conocidas por su efecto curativo en diversos padecimientos de la piel en seres humanos y por su efecto fungicida y bactericida en plantas (Ojala *et al.*, 2000; Królicka *et al.*, 2006). La mayoría de los trabajos se han realizado en cultivos *in vitro* (Królicka *et al.*, 2001; Deepshikha *et al.*, 2002; Staniszewska *et al.*, 2003) y algunos con partes aéreas de la planta (Hamerski *et al.*, 1990; Nasser, 1998).

Las investigaciones incluyen formas de inducir su síntesis biológica así como diversos métodos para incrementar su extracción en plantas cultivadas *in vitro* (Staniszewska *et al.*, 2003); *in vitro*, se le ha estudiado con tejido de brotes de *Ruta graveolens*, también importante como fuente natural de cumarinas (Sidwa-Gorycka *et al.*, 2003). Las investigaciones incluyen formas de regular la biosíntesis de cumarinas con catalizadores naturales (Hamerski *et al.*, 1990; Vidal-Castro, 2012).

Por otro lado, aunque la función de los residuos en sustratos es, fundamentalmente, abastecer nutrientes para las plantas y mejorar las condiciones físicas y microbiológicas (Ruiz-Bello, 2012), otros aspectos importantes son disminuir: la acumulación de residuos en el ambiente, el uso de fertilizantes industriales y, la explotación de depósitos naturales de turba (peatmoss).

Las desventajas de los residuos como posible fuente de enfermedades asociadas con sustancias tóxicas o microorganismos patógenos, se pueden disminuir o eliminar a través del compostaje (Kuter *et al.*, 1988; Schwarz *et al.*, 2009) el proceso; sin embargo, limita su uso a la producción

The research was conducted in the area of influence, "Tezcutzingo-Metecatl" in the town of Texcoco, State of Mexico with *Ammi majus* species that exists in this area (Pulido-Salas and Koch, 1988). It belongs to the Apiaceae family (alt. Umbelliferae) and is known by the common names of lace and foam sea. It is native to Eurasia and introduced in America.

It grows from about 20 cm to a little over a meter; flowers from May to July (CONABIO, 2009), but with good soil conditions, flowering can be extended to early winter.

Although it has ornamental potential, current research has focused on its medicinal properties, due to a significant source of coumarins and furanocoumarins, known for its healing effect on various skin conditions in humans and their fungicidal and bactericidal effect on plants (Ojala *et al.*, 2000; Królicka *et al.*, 2006). Most studies were performed *in vitro* cultures (Królicka *et al.*, 2001; Deepshikha *et al.*, 2002; Staniszewska *et al.*, 2003), and some aerial plant parts (Hamerski *et al.*, 1990; Nasser, 1998).

The investigations include ways to induce biological synthesis and various methods to increase its extraction into *in vitro* grown plants (Staniszewska *et al.*, 2003). We studied it with tissue sprouts *Ruta graveolens*, also important as a source of natural coumarins (Sidwa-Gorycka *et al.*, 2003). Investigations include ways to regulate the biosynthesis of coumarins with natural catalysts (Hamerski *et al.*, 1990; Vidal-Castro, 2012).

Furthermore, although the function of residues in substrates is mainly supplied, plant nutrients and improve the physical and microbiological conditions (Ruiz-Bello, 2012), other important aspects are decreasing: the accumulation of waste in the environment, the use of industrial fertilizers and the exploitation of natural peat deposits (peatmoss).

The disadvantages of waste as a potential source of toxic substances associated with diseases or pathogens, can reduce or eliminate through composting the process (Kuter *et al.*, 1988; Schwarz *et al.*, 2009); however, limits its use in the production of nursery plants and potted. The benefits of using the waste is not as obvious to the general public, as shown by Yue *et al.* (2011) who show that it is more important to the public that, the plants are produced in their locality and with with organic inputs. We have investigated

en vivero o de plantas en maceta. Los beneficios del uso de los residuos no es tan obvio para el público en general, como lo muestran Yue *et al.* (2011) quienes muestran que para el público es más importante que las plantas sean producidas en su localidad que el hecho de que sean producidas con insumos orgánicos. Se ha investigado la respuesta a composta de una amplia gama de especies ornamentales, con resultados positivos; aunque en algunas especies la composta no provee todos los nutrientes que necesita (Muñiz-Rodríguez, 1998; Papafotiou *et al.*, 2004; Ruiz-Bello, 2012) o tiene efectos negativos (Erdogan *et al.*, 2011; Ruiz-Bello y Martínez-Villegas, 2011).

Los residuos se pueden aprovechar en forma sólida o líquida, colectando los lixiviados o elaborando soluciones a partir de composta (Ahmed *et al.*, 2011). *Tagetes patula* en sustratos formulados con composta y perlita, no mostró diferencias significativas en el período de emergencia a los 3, 7, y 9 días. Sin embargo, el tamaño en máxima expansión cotiledonal presentó diferencias ( $p < 0.01$ ) con efecto positivo de la composta. Las diferencias se hicieron más notables a medida que el cultivo creció (Valenzuela *et al.*, 2003). Estos autores(as) encontraron que *Antirrhinum majus* y *Viola xwittrockiana* tuvieron buena germinación y emergencia en sustratos con 25% de composta combinada con 75% de turba, y en sustratos con 33% de composta combinada con turba y perlita (33% de cada una) mientras que la germinación y emergencia de *Calendula officinalis* fue mejor sustratos con porcentajes más altos de lombricomposta, 50 y 75%.

Muñiz-Rodríguez (1998) encontró en *Impatiens* y *Spathyphillum* que, residuos sólidos de caña de azúcar, aunque abastecieron suficientes nutrientes e indujeron la producción de ramas, su aplicación no produjo las plantas más desarrolladas comparadas con otros abonos comerciales. En *Camellia japonica* L. se logró disminuir en forma significativa la cantidad de reguladores de crecimiento mezclando composta de corteza de pino a los sustratos (Larcer *et al.*, 2011). Schwarz *et al.* (2009) utilizaron residuos de jardín, lodos de depuradora y ceniza de madera y evaluaron su uso como sustratos en *Petunia* sp. y *Tagetes* sp. La turba mejoró algunas propiedades físicas y químicas de los sustratos. Sin embargo, la composta de residuos de jardín fue la más adecuada para estas especies.

Vendrame *et al.* (2005) no obtuvieron respuesta de *Angelonia angustifolia*, *Coreopsis grandiflorum* y *Scutellaria costaricana* a la aplicación de composta, turba, residuos de jardín y algas, mientras que *Pseuderanthemum laxiflorum*

the response to compost a wide variety of ornamental, with positive results; although in some species the compost does not provide all the nutrients needed (Rodríguez-Muñiz, 1998; Papafotiou *et al.*, 2004; Ruiz-Bello, 2012) or have negative effects (Erdogan *et al.*, 2011; Ruiz-Bello and Martínez-Villegas, 2011).

The residues can be used in solid or liquid form, collecting leachate or developing solutions based compost (Ahmed *et al.*, 2011). *Tagetes patula* substrates formulated with compost and perlite, showed no significant differences in the period of emergence 3, 7, and 9 days. However, the maximum cotyledon expansion size differences ( $p < 0.01$ ) positive effect of compost. The differences became more evident as the culture growth (Valenzuela *et al.*, 2003). These authors found that *Antirrhinum majus* and *Viola xwittrockiana* had good germination and emergence in substrates with 25% combined with 75% compost, peat and substrates combined with 33% compost with peat and perlite (33% of each) while the germination and emergence of *Calendula officinalis* was better substrates with higher percentages of vermicompost, 50 and 75%.

Muñiz-Rodríguez (1998) found in *Impatiens* and *Spathyphillum* that solid waste from sugar cane, but they supplied enough nutrients and induced the production of branches, its application did not produce plants more developed compared with other commercial fertilizers. In *Camellia japonica* L. It was possible to reduce significantly the amount of plant growth regulators by mixing compost of pine bark substrates (Larcer *et al.*, 2011). Schwarz *et al.* (2009) used garden waste, sewage sludge and wood ash and evaluated their use as substrates in *Petunia* sp. and *Tagetes* sp. Peat improved some physical and chemical properties of the substrates. However, the composting yard waste was the most suitable for these species.

Vendrame *et al.* (2005) had no response on *Angelonia angustifolia*, *Coreopsis grandiflorum* and *Scutellaria costaricana* by the application of compost, peat, garden waste and algae, while *Pseuderanthemum laxiflorum* dry matter increased with the application of bio-solids and waste garden and decreased with treatment containing algae.

Papafotiou *et al.* (2004) investigated industrial olive oil solid waste composted, in order to replace the peat substrate *poinsettia* production. They observed that as the

aumentó la materia seca con la aplicación de biosólidos y residuos de jardín y disminuyó con el tratamiento conteniendo algas.

Papafotiou *et al.* (2004) investigaron desechos sólidos de la industria de aceite de olivo composteados, con el fin de sustituir la turba en el sustrato en la producción de *Euphorbia pulcherrima*. Observaron que conforme se aumentó la composta y disminuyó la turba en el sustrato, la altura de la planta y el número de brácteas disminuyeron. La sustitución en 50 y 75 % causaron retraso en la pigmentación de las brácteas, lo que no sucedió con 25% de sustitución. El peso seco de la raíz solo disminuyó significativamente con 75% de sustitución de turba por composta.

En *Hibiscus sabdariffa* L. cultivada en mezclas de suelo arenoso con composta, se obtuvieron mejores resultados en diversas características de crecimiento vegetativo, cuando además se hicieron aspersiones foliares con los lixiviados (Ahmed *et al.*, 2011).

Bajo la hipótesis de que la composta incrementa la producción de materia seca y afecta la absorción de micro nutrientes en *Ammi majus*, el objetivo del trabajo fue conocer estos dos parámetros, con el fin de estudiar la especie en condiciones controladas, para establecerla en el jardín botánico "Metecatli" con fines didácticos y su aprovechamiento como especie ornamental.

Se utilizó composta producida a base principalmente de pastos mezclados con estiércol de bovinos, en una proporción aproximada de 3:1. Los tratamientos consistieron en una mezcla suelo: composta 1:1, comparadas con suelo sin composta; se incluyeron dos proporciones de agrolita (20 y 30%) y una dosis de fertilizante comercial 20-20-20 (Cuadro 1).

Las plantas se obtuvieron de semilla. A los dos meses de edad se trasplantó en las macetas conteniendo los tratamientos. A tres meses del trasplante se cortaron a ras del suelo, se secaron a 71 °C, se pesaron y se molieron para el análisis de los micronutrientes Fe, Cu, Mn y Zn. Se analizó pH, conductividad eléctrica (CE), materia orgánica (MO) y capacidad de intercambio catiónico (CIC) de los sustratos en cada tratamiento para ver si la composta había inducido cambios.

compost was increased and decreased the peat substrate, plant height and number of bracts decreased. Substitution at 50 and 75% caused delayed pigmentation of the bracts, which did not happen with 25% substitution. The root dry weight decreased significantly with only 75% substitution of peat for compost.

In *Hibiscus sabdariffa* L. mixtures were grown in sandy soil with compost, better results were obtained in various features of vegetative growth, as well as foliar sprays were made with leachate (Ahmed *et al.*, 2011).

Under the assumption that, the compost increases dry matter production and affects the absorption of micronutrients in *Ammi majus*, the objective of the study was to determine these two parameters, in order to study the species under controlled conditions to establish it in the botanical garden "Metecatli", educational purposes and its use as an ornamental species.

We used compost produced from mixed grasses; mainly with cattle manure in an approximate ratio of 3:1. The treatments included consisted of a mixture soil: compost 1:1, compared with soil without compost; two proportions of "perlite" (20 and 30%) and a dose of 20-20-20 commercial fertilizer (Table 1).

#### **Cuadro 1. Composición de los sustratos en los cinco tratamientos.**

**Table 1. Composition of the substrates in the five treatments.**

| Tratamiento | Suelo (%) | Composta (%) | Agrolita (%) | 20-20-20 (g) |
|-------------|-----------|--------------|--------------|--------------|
| 1           | 100       | 0            | 0            | 0            |
| 2           | 50        | 50           | 0            | 0            |
| 3           | 50        | 50           | 30           | 0            |
| 4           | 50        | 50           | 20           | 0            |
| 5           | 50        | 50           | 00           | 100          |

The plants were obtained by seed. At two months of age were transplanted into pots containing treatments. Three months after transplantation were cut close to the very ground, dried at 71 °C, weighed and ground for analysis of Fe, Cu, Mn and Zn micronutrients. PH, electrical conductivity (EC), organic matter (OM) and cation exchange capacity (CEC) of the substrates were analysed in each treatment to see if the compost was inducing changes.

Los resultados (Cuadro 2) muestran que el peso seco varió de 11.17 a 17.29 g, siendo los más bajos e iguales estadísticamente, los obtenidos en los tratamientos con puro suelo y con la mezcla suelo: composta. El rendimiento más alto se alcanzó con la mezcla adicionada con 20% de agrolita, estadísticamente igual a los tratamientos con 30% agrolita y con fertilizante (Cuadro 3).

The results (Table 2) show that, the dry weight ranged from 11.17 to 17.29 g, with the lowest and statistically equal to those obtained in treatments with pure soil and mix soil: compost. The highest yield was achieved with 20% added with "perlite" statistically equal to 30% treatments "perlite" and fertilizer (Table 3) mixture.

### Cuadro 2. Materia seca y características de los sustratos al momento de la cosecha.

Table 2. Dry matter and substrate characteristics at the time of harvest.

| Tratamiento | MS (g) | pH   | MO (%) | CE (S m <sup>-1</sup> ) | CIC (cmol kg <sup>-1</sup> ) |
|-------------|--------|------|--------|-------------------------|------------------------------|
| 1 S         | 11.35  | 7.95 | 3.54   | 5.19                    | 45.31                        |
| 2 S-C       | 11.17  | 8.05 | 5.66   | 2.34                    | 45.02                        |
| 3 S-C-20%A  | 17.29  | 8.2  | 6.65   | 1.23                    | 39.67                        |
| 4 S-C-30%A  | 13.09  | 8.16 | 3.32   | 1.21                    | 40.34                        |
| 5 S-F       | 12.49  | 7.69 | 5.12   | 1.3                     | 33.05                        |

S= suelo; C= composta; A= agrolita; F= fertilizante.

### Cuadro 3. Pruebas de medias de materia seca y de características del sustrato ( $\alpha=0.05$ ).

Table 3. Mean tests of dried matter and substrate characteristics ( $\alpha=0.05$ ).

| Tratamiento | Grupo | Tratamiento | Grupo | Tratamiento | Grupo | Tratamiento | Grupo |
|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
| *(MS)       |       | (pH)        |       | (CE)        |       | (CIC)       |       |
| 3(17.29)    | A     | 3(8.2)      | A     | 1(5.19)     | A     | 1(45.31)    | A     |
| 4(13.09)    | A     | 4(8.16)     | A     | 2(2.34)     | AB    | 2(45.02)    | A     |
| 5(12.49)    | AB    | 2(8.05)     | AB    | 5(1.3)      | B     | 4(40.34)    | AB    |
| 1(11.34)    | B     | 1(7.95)     | B     | 3(1.23)     | B     | 3(39.67)    | AB    |
| 2(11.17)    | B     | 5(7.69)     | C     | 4(1.21)     | B     | 5(33.04)    | B     |

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. \*Los números entre paréntesis son los valores del parámetro.

El análisis estadístico (Cuadro 3) muestra que la composta no tuvo efecto en la producción de materia seca, pero sí en el pH, la CE y la CIC del sustrato. Los tratamientos en los que el pH subió y la CE bajó, ambos significativamente, por efecto de la composta, fueron los que produjeron los rendimientos más altos. Este hallazgo comprueba los supuestos de que la composta induce cambios en el sustrato y que la planta responde, no solo al aporte de nutrientes, sino a las condiciones del sustrato inducidos por la adición de composta (Ruíz Bello *et al.*, 2012).

Las diferencias en CIC, aunque significativas, no manifestaron relación con el rendimiento en materia seca. No hubo diferencias significativas en el contenido de materia orgánica.

No se tiene referencia del contenido de estos micronutrientes en esta especie con los que se manifestarían deficiencias, aunque no se presentaron síntomas visibles de ninguno de ellos; esto indica que el sustrato abasteció suficiente de los cuatro elementos.

Statistical analysis (Table 3) shows that the compost had no effect on dry matter production, but in the pH, EC and CEC of the substrate. The treatments in the pH rose and fell CE, both significantly, due to the compost, were those that produced the highest yields. This finding verifies the assumptions that the compost induces changes in the substrate and the plant responds to not only the supply of nutrients, but also the conditions of the substrate induced by the addition of compost (Ruiz-Bello *et al.*, 2012).

Differences in CIC, although significant, showed no relation to the dry matter yield. There were no significant differences in the content of organic matter.

There is no reference of the content of these micronutrients in this species with deficiencies manifested, although no visible signs of any of them were presented at all; this indicates that the substrate supplied enough of the four elements.



El único que manifestó diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ) entre tratamientos fue el Mn, cuya absorción parece haber sido favorecida por la presencia de composta en el tratamiento 2, y por la disminución del pH inducida por el fertilizante en el tratamiento 5 (Cuadro 4).

The only one who showed significant differences ( $\alpha=0.05$ ) between treatments was Mn, whose absorption seems to be favoured by the presence of compost in treatment 2, and pH decrease induced by fertilizer treatment 5 (Table 4).

#### Cuadro 4. Contenido de micronutrientes en planta de *Ammi majus*.

Table 4. Micronutrient content in *Ammi majus*.

| Tratamiento | Fe     | Cu    | Zn<br>(mg kg <sup>-1</sup> ) | Mn    | (pH)   |
|-------------|--------|-------|------------------------------|-------|--------|
| 1 S         | 118.83 | 11.49 | 7.4                          | 14.95 | (7.95) |
| 2 S-C       | 179.96 | 12.1  | 7.42                         | 15.71 | (8.05) |
| 3 S-C-20%A  | 150.42 | 11.58 | 9.02                         | 13.22 | (8.2)  |
| 4 S-C-30A   | 183.15 | 10.76 | 7.14                         | 11.58 | (8.16) |
| 5 S-C-F     | 208.56 | 11.22 | 8.75                         | 23.04 | (7.69) |

S= suelo; C= composta; A= agrolita; F= fertilizante.

Se comprueba la hipótesis de que la adición de composta incrementa el rendimiento de *Ammi majus*, ya que las diferencias entre la materia seca producida con suelo solo y suelo con composta son significativamente diferentes, siendo mayor la obtenida con suelo adicionado con composta. Es importante subrayar que el efecto no fue directo sobre la planta, ya que se observó en este experimento, que el efecto en la planta es debido a los cambios inducidos por la composta en el suelo y no necesariamente al aporte de nutrientes.

The hypothesis that the addition of compost increases the yield of *Ammi majus*, since differences between the dry matter produced in soil with and without compost are significantly different, being higher that obtained with soil supplemented with compost. It is noteworthy that, the effect was not directly on the plant, as it was observed in this experiment, the effect on the ground is due to the changes induced by the compost into the soil and not necessarily on the traditional nutrients.

## Conclusiones

El efecto en la absorción de micronutrientes no es la misma para todos. Independientemente de las concentraciones críticas en la planta, las cantidades absorbidas fueron significativamente diferentes solo para Mn.

## Conclusions

The effect on the absorption of micronutrients is not the same for everyone. Regardless of the critical concentrations in the plant, the absorbed amounts were significantly different only for Mn.

*End of the English version*



## Agradecimientos

Las autoras y autor agradecen a la Línea Prioritaria de Investigación Núm. 4: Agronegocios, Agroecoturismo y Arquitectura del Paisaje, el apoyo y las facilidades para la realización de este trabajo.

## Literatura citada

Ahmed, Y. M.; Shalaby, E. A. and Shanan, N. T. 2011. The use of organic and inorganic cultures in improving vegetative growth, yield characters and antioxidant activity of roselle plants (*Hibiscus sabdariffa* L.). Afr. J. Biotechnol. 11(10):1988-1996.

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2009. Malezas de México. Heike, V. (Ed.) (consultado marzo, 2014).
- Deepshikha, P.; Madhumati, P. and Srivastava, P. S. 2002. Variation in xanthotoxin content in *Ammimajus* L. cultures during *in vitro* flowering and fruiting. *Plant Sci.* 162:583-587.
- Erdogan, R.; Zaimoglu, Z.; Budak, F. and Koseoglu, C. 2011. Use of sewage sludge in growth media for ornamental plants and its effects on growth and heavy metal accumulation. *J. Food Agric. Environ.* 2(9):632-635.
- Gallardo C. y Valenzuela, O. 2003. Influencia de propiedades físicas y químicas de diferentes sustratos sobre la emergencia de especies ornamentales herbáceas anuales. Facultad de Ciencias Agropecuarias - UNER. *Rev. Cientif. Agrop.* 7(1):69-74.
- Hamerski, D.; Beier, R. C.; Kneusel, R. E.; Matern, U. and Himmelspach, K. 1990. Accumulation of coumarins in elicitor-treated cell suspension cultures of *Ammi majus*. *Phytochemistry.* 4(29):1137-1142.
- Królicka, A.; Kartanowicz, R.; Stanislaw.; Wosinski, A.; Szpitter, A.; Kaminski, M. and Lojkowska, E. 2006. Induction of secondary metabolite production in transformed callus of *Ammi majus* L. grown after electromagnetic treatment of the culture medium. *Enzyme and Microbial Technology.* 39:1386-1391.
- Krolicka, A.; Staniszevska, I.; Bielawski, K.; Malinski, E.; Szafranek, J. and Lojkowska, E. 2001. Establishment of hairy root cultures of *Ammi majus*. *Plant Sci.* 160:259-264.
- Kuter, G. A.; Hoitink, H. A. J. and Chen, W. 1988. Effects of municipal sludge compost curing time on suppression on *Pythium* and *Rhizotocnia* diseases on ornamental plants. *Plant Dis.* 72:751-756.
- Larcher, F.; Berruti, A.; Gullino, P. and Scariot, V. 2011. Reducing peat and growth regulator input in *camellia* pot cultivation. *Hortic. Sci.* 1(38):35-42.
- Muñiz-Rodríguez, E. 1998. Utilización de biosólidos industriales en la producción de dos especies de plantas ornamentales. Tesis de Maestría en Ciencias en Suelos. Bell and howell information and leaming company. Universidad de Puerto Rico, Mayaguez, Puerto Rico. 231 p.
- Nasser, A. and Singab, B. 1998. Acetylated flavonoltriglycosides from *Ammi majus* L. *Phytochemistry.* 7(49):2177-2180.
- Ojala, T.; Remes, S.; Haansuu, P.; Vuorela, H.; Hiltunen, R. and Haahtela, K. 2000. Antimicrobial activity of some coumarin containing herbal plants growing in Finland. *Ethnopharm.* 73:299-305.
- Papafotiou, M.; Physhaloua, M.; Kargasb, G.; Chatzipavlidisc, I. and Chronopoulousa, J. 2004. Olive-mill wastes compost as growing medium component for the production of poinsettia. *Sci. Hortic.* 2(102):167-175.
- Pulido-Salas, M. T. and Koch, S. 1988. Lista florística del cerro Tezcutzingo. *Boletín de la Sociedad Botánica de México.* 48:81-94.
- Ruiz-Bello, A.; Trejo-Téllez, L.; Rodríguez-Mendoza, M. N. y Martínez-Villegas, E. 2012. Parámetros de madurez en diversos materiales composteados. *In: tópicos edafológicos de actualidad.* 1ª Edición. Universidad Autónoma de Zacatecas. 76 p.
- Ruiz-Bello, A. 2012. Compostaje. Aprovechamiento de residuos orgánicos. 1ª Edición. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Estado de México. 50 p.
- Ruiz-Bello, A. y Martínez-Villegas, E. 2011. Aporte nutrimental de compost en plantas de crisantemo. p. 35. *In: Luna-Esquivel, G.; Rodríguez-Rodríguez, B. B.; Juárez-López, P.; Santillán-Ortega, C.; Flores-Canales, R.; Isiordia-Aquino, N.; Cambero-Campos, O. J.; Robles-Bermúdez, A. (Comp.). Memoria de resúmenes del XIII Congreso Nacional y VI Internacional de Horticultura Ornamental.* 23 al 28 de octubre. Nuevo Vallarta, Nayarit, México.
- Schwarz, E.; Seoane, S.; Núñez, A. y López, M. M. E. 2009. Caracterización y evaluación de compost utilizado como sustrato para planta ornamental. *Compost Sci. Utilization.* 4(17):210-219.
- Sidwa-Gorycka, M.; Królicka, A.; Kozyra, M.; Glowniak, K.; Bourgaud, F. and Lojkowska, E. 2003. Establishment of a co-culture of *Ammi majus* L. and *Ruta graveolens* L. for the synthesis of furanocoumarins. *Plant Sci.* 165:1315-1319.
- Staniszevska, I.; Krolicka A.; Malinski, E.; Lojkowska, E. and Szafranek J. 2003. Elicitation of secondary metabolites in *in vitro* cultures of *Ammi majus* L. *Enzyme Microbial Technol.* 5(33):565-568.
- Valenzuela, O.; Nicolau, F.; Rode, M.; Schlund, H. y Gallardo. C. 2003. Respuesta de *tagetes patula* a sustratos formulados con compost y perlita. Facultad de Ciencias Agropecuarias - UNER. *Rev. Cientif. Agropec.* 7(1):57-61.
- Vendrame, W. and Moore, K. K. 2005. Crecimiento vegetal comparativa de herbácea perenne en seaweed compost y compost de biosólidos. *Compost Sci. Utilization.* 2(13):122-126.
- Vidal-Castro, J. D. 2012. Órgano catalizadores bifuncionales basados en líquidos iónicos para la síntesis de heterociclos en reacciones compatibles con la Química Verde. Tesis de Maestría en Química Sostenible. Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Química. Instituto de Tecnología Química. Valencia. 189 p.
- Yue, C.; Dennis, J. H.; Behe, B. K.; Hall, C. R.; Campbell, B. L. and Lopez, R. C. 2011. Investigating Consumer Preference for Organic, Local, or Sustainable Plants. *Hortscience.* 4(46):610-615.