



Efecto de los ácidos húmico y fúlvico en el crecimiento de *Passiflora ligularis* cultivada en condiciones de invernadero

Humic and fulvic acids effect on growth of *Passiflora ligularis* grown under greenhouse

Roger Veneros Terrones, Mercedes Chaman Medina, Edita Araujo Castillo y Florencio Ramírez Cruz

Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. Perú.

RESUMEN

Se evaluó el efecto de los ácidos húmico y fúlvico en el crecimiento de plantas de *Passiflora ligularis* “granadilla” en condiciones ecológicas estables (invernadero). Para llevar a cabo el ensayo, plantas de granadilla de 10 cm de altura fueron colocadas en macetas de plástico con sustrato arena y musgo, para establecer cuatro tratamientos: el primero, que recibió solamente solución nutritiva la Molina y el resto, que recibieron, además de la solución antes mencionada, ácidos húmico y fúlvico en las siguientes proporciones (T2= 1% T3= 3%), respectivamente, con tres repeticiones. Los ácidos húmico y fúlvico influenciaron en el crecimiento de las plantas de granadilla ($p < 0,05$), con un incremento en el T3 de 48.35% y 57.46% en peso fresco y seco de plantas, respectivamente; 51.66% en longitud de planta y 45.98 % en diámetro de tallo y 55.68 % en área foliar respecto al control (T1). Se concluye que los ácidos húmico y fúlvico incrementan el peso seco, la longitud y área foliar de *P. ligularis*.

Palabras claves: Acidos húmico y fúlvico, *Passiflora ligularis*, crecimiento

ABSTRACT

The effect of humic and fulvic acids on growth of *Passiflora ligularis* under stable environmental conditions (greenhouse) were evaluated. To perform the assay, plants of 10 cm in length were placed in plastic pots with sand substrate and moss, to establish four treatments: the first, which received only nutrient solution Molina and the rest, who were also of the above solution, humic and fulvic acids in the following proportions (1% T2 = T3 = 3%), respectively, with three replicates. The humic and fulvic acids influenced the plant growth of fruit ($p < 0.05$), an increase in Q3, 48.35% and 57.46% in fresh and dry weight of plants, respectively; In length 51.66% and 45.98% in plant stem diameter, and 55.68% in leaf area relative to control (T1). It is concluded that humic and fulvic acids increase the dry weight, length and leaf area of *P. ligularis*.

Keywords: Humic and fulvic acids, *Passiflora ligularis*, growth

INTRODUCCIÓN

Los ácidos húmicos son moléculas complejas formadas por la descomposición de materia orgánica, influyen en la fertilidad del suelo por su efecto en el aumento de su capacidad de retener agua y contribuyen significativamente a la estabilidad y fertilidad del suelo resultando en crecimiento excepcional de la planta y en el incremento en la absorción de nutrientes¹. Hay evidencia también que parte de las materias húmicas contienen poblaciones grandes de actinomicetos que pueden degradar una amplia gama de sustancias inclusive de celulosas, hemicelulosa, proteínas, y ligninas. Estos ácidos tienen la propiedad de formar compuestos de muy bajo peso molecular con iones de carga positiva, un proceso conocido como quelación, cuyos compuestos asociados a minerales son altamente absorbibles por las plantas y les permite almacenar tanto vitaminas como minerales^{2,3}.

Originarias de América del Sur, las especies de *Passiflora* se hallan distribuidas en México, Antillas, Centro y Sudamérica, teniendo como localidad tipo al Perú, entre los 900 y 2700 msnm; están adaptadas al clima subtropical (temperaturas entre 14 °C y 24 °C) y requieren de suelos profundos y fértiles con buena aireación, textura franca o franco arenosa y suelo con gran contenido de materia orgánica⁴. Por ello, para obtener plantas de calidad es necesario una apropiada nutrición, control de las condiciones ambientales, y emplear un sustrato adecuado, libre de patógenos, rico en nutrimentos esenciales, pH adecuado, textura y estructura apropiada⁵.

Oxapampa, Jaén, Ayacucho, Huánuco, Huaral y Trujillo son las zonas de mayor producción de granadilla y aportan al mercado interno del Perú con cuatro mil TM/año, que es la producción nacional estimada, cifra modesta frente a la producida por los países vecinos Bolivia, Ecuador y Colombia, que aportan cifras dirigidas al mercado internacional⁶.

La fertilización de *P. lingularis*, cuyos frutos se consumen como fruta fresca y es fuente de carbohidratos, vitaminas, grasas y minerales⁷, tiene características diferentes a otras especies: desde la siembra es necesaria la incorporación de materia orgánica y los elementos NPK. Al segundo año el abonamiento puede ser fraccionado cada 90 días. Antes de la primera floración debe ser complementada con abonos foliares a base de Ca, B, Zn, Fe y posterior al cuajado de los frutos se puede complementar con insecticidas y fungicidas^{6,8,9}.

Los ácidos húmicos son absorbidos por raíces de trigo y aproximadamente un 5% es transportado hacia el tallo¹⁰; se sabe que la absorción de ácidos fúlvicos y ácidos húmicos se incrementan con el tiempo de incubación y que los ácidos húmicos de bajo peso molecular se absorben tanto en forma activa como pasiva, mientras los ácidos húmicos de peso molecular superior a 50.000 Dalton se absorben sólo de forma pasiva^{11,12,13}.

Al mismo tiempo, se ha verificado que la incorporación de humus a los terrenos de cultivo mejoran el crecimiento vegetal; así, se ha observado que las plántulas de *Plukenetia conophorum* cultivadas en un sustrato conformado por humus alcanzaron mayor tamaño que las plántulas control durante las primeras semanas después del trasplante^{14,15}.

Teniendo en cuenta que sus frutos contienen carbohidratos, vitamina C, minerales, fosforo y niacina, razón por la cual es propuesta por pediatras en la dieta de neonatos¹⁶, *P. ligularis* se convierte en una especie de interés regional cuya producción debe mejorarse a través de diversas investigaciones en campo, invernadero y laboratorio. En este contexto, se planteó evaluar el efecto biofertilizante de los ácidos húmico y fulvico en condiciones de invernadero sobre plantas de *P. lingularis*, esperándose un mayor desarrollo longitudinal y foliar, tal como ha sucedido con otras especies vegetales.

MATERIAL Y METODOS

Material Biológico:

El material vegetal estuvo constituido por plantas de *Passiflora ligularis* L. "granadilla", obtenidas de semillas provenientes del Proyecto CHAVIMOCHIC, Departamento de La Libertad. Las plantas fueron cultivadas en recipientes de tecnopor de 21 x 12 x 14 cm. conteniendo 2 kg de un sustrato obtenido al mezclar arena de río y musgo en una proporción 2:1. Las plantas fueron regadas con la solución nutritiva La Molina y mantenidas bajo condiciones de invernadero.

Tratamientos:

Cuando los hipocótilos de las plántulas alcanzaron una longitud de 10 cm fueron sometidos al azar a los siguientes tratamientos:

- **I:** Plantas regadas solo con solución nutritiva La Molina.
- **II:** Plantas regadas con solución nutritiva La Molina más 1% de ácido húmico y de ácido fúlvico (Humistar).
- **III:** Plantas regadas con solución nutritiva La Molina más 3% de ácido húmico y de ácido fúlvico (Humistar).

Obtención de datos:

- **Determinación de la longitud de tallo:** mediante el uso de una wincha starlet de tres metros, midiendo directamente el tallo, cada 15 días.
- **Determinación del peso fresco y peso seco de planta.** se pesaron las plantas en una balanza analítica fresco y después se colocaron en una estufa a 50° C por 3 días y se volvieron a pesar.
- **Determinación del diámetro de de tallo:** se utilizó un vernier digital, midiendo directamente el diámetro de tallo.
- **Determinación del área Foliar:** se hizo delimitando el contorno de las hojas sobre un papel de peso conocido y luego relacionando con el área (método de las siluetas), hasta los 90 días.

Análisis estadístico:

Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente: Análisis de Varianza Simple para determinar la influencia de los ácidos húmico y fúlvico en el crecimiento, prueba de comparación de medias de Duncan para determinar el mejor tratamiento. Utilizando el programa SPSS Versión 15

RESULTADOS

El tratamiento de *P. ligularis* "granadilla" con ácidos húmico y fúlvico produjo una variación en el crecimiento de las plantas, respecto al peso fresco y seco de los tallos (Tablas 1 y 2), así como, aumento en la longitud de las plantas y variación en el diámetro y área foliar (Tablas 3, 4 y 5), con diferente significancia estadística ($p < 0,05$).

Tabla 1. Promedios del peso fresco de plantas de *Passiflora ligularis* L. "granadilla", tratadas con solución nutritiva La Molina –SNLM- (I), con SNLM más ácido húmico y fulvico al 1% (II) y SNLM más ácido húmico y fulvico al 3% (III)

| BLOQUES | | | |
|---------|-------|-------|-----------|
| I | II | III | \bar{x} |
| 24.92 | 24.38 | 23.85 | 24.38 |
| 27.82 | 26.71 | 25.92 | 26.82 |
| 35.88 | 36.70 | 35.92 | 36.17 |

$P < 0,05$

Tabla 2. Promedios del peso seco de plantas de *Passiflora ligularis* L. "granadilla", tratadas con solución nutritiva La Molina –SNLM- (I), con SNLM más ácido húmico y fulvico al 1% (II) y SNLM más ácido húmico y fulvico al 3% (III)

| Tratamientos | BLOQUES | | | \bar{x} |
|--------------|---------|------|------|-----------|
| | I | II | III | |
| T1 | 5.26 | 4.90 | 5.31 | 5.16 |
| T2 | 6.25 | 6.07 | 6.09 | 6.14 |
| T3 | 7.92 | 8.07 | 8.35 | 8.11 |

P<0,05

Tabla 3. Promedios de longitud (cm) del tallo de *Passiflora ligularis* L. "granadilla", tratadas con solución nutritiva La Molina –SNLM- (I), con SNLM más ácido húmico y fulvico al 1% (II) y SNLM más ácido húmico y fulvico al 3% (III)

| Tratamientos | BLOQUES | | | \bar{x} |
|--------------|---------|-------|-------|-----------|
| | I | II | III | |
| T1 | 20.7 | 21.66 | 21.69 | 21.35 |
| T2 | 22.86 | 23.11 | 23.90 | 23.29 |
| T3 | 31.75 | 32.74 | 32.66 | 32.38 |

P<0,05

Tabla 4. Promedios de diámetro (cm) del tallo de *Passiflora ligularis* L. "granadilla", tratadas con solución nutritiva La Molina –SNLM- (I), con SNLM más ácido húmico y fulvico al 1% (II) y SNLM más ácido húmico y fulvico al 3% (III)

| Tratamientos | BLOQUES | | | \bar{x} |
|--------------|---------|------|------|-----------|
| | I | II | III | |
| T1 | 2.86 | 2.69 | 2.68 | 2.74 |
| T2 | 3.76 | 3.70 | 3.79 | 3.75 |
| T3 | 3.92 | 3.92 | 4.16 | 4.00 |

P<0,05

Tabla 5. Promedios de área foliar de *Passiflora ligularis* L. "granadilla", tratadas con solución nutritiva La Molina –SNLM- (I), con SNLM más ácido húmico y fulvico al 1% (II) y SNLM más ácido húmico y fulvico al 3% (III)

| Tratamientos | BLOQUES | | | \bar{x} |
|--------------|---------|-------|-------|-----------|
| | I | II | III | |
| T1 | 61.86 | 62.74 | 62.52 | 62.37 |
| T2 | 66.29 | 67.26 | 67.26 | 68.48 |
| T3 | 86.69 | 89.39 | 85.22 | 97.10 |

DISCUSIÓN

El crecimiento de las plantas de *Passiflora ligularis* L. "granadilla", analizados según la longitud de tallo, diámetro de tallo, peso fresco y seco de tallo, después de haber sido regadas con solución nutritiva la molina y ácidos húmico y fúlvico a diferentes concentraciones (tratamientos 1, 2 y 3), han influenciado en el crecimiento de las plantas de "granadilla". Esto era de esperarse ya que está plenamente establecido que dichas sustancias favorecen la degradación de sustancias orgánicas y la absorción por parte de la planta, hecho que se traduce en un mejor desarrollo^{1,2,17}.

En el tratamiento 3 se obtuvo mayor incremento del peso fresco de planta (36.17 g) y peso seco de planta (8.11g), equivalente a un incremento de 57.46 % y 48.35 % respectivamente respecto a los resultados del control (T1), estadísticamente demostrados que los ácidos húmico y fúlvico influenciaron en crecimiento de las plantas de "granadilla", según el ANAVA con una probabilidad de 0.05 y según la comparación de medias por el método Duncan, el tratamiento 3 es el mejor; Esto se debe que los ácidos húmicos mejoran la cantidad del suelo y los ácidos fúlvico mejoran la absorción de nutrientes por planta⁶. En consecuencia, las plantas disponen de una cantidad adecuada de nutrientes, lo cual le permite que la planta en su conjunto aumente la actividad de sus vías metabólicas, en especial la vía fotosintética, permitiendo formar una mayor cantidad de moléculas de glúcidos, de las cuales muchas servirán como moléculas precursoras para la formación de otras moléculas orgánicas, permitiendo un incremento de masa o peso seco de los tallos^{15,18}.

El hecho que los ácidos húmico y fúlvico han influenciado en el crecimiento de las plantas, al permitir que el tratamiento 3 alcance una mayor longitud de tallo (32.38 cm) y diámetro (4. cm) de los tallos de "granadilla", que significa un incremento de 51.66% y 45.98 % respectivamente, dicha influencia por los ácidos antes mencionados se confirmaron según los análisis estadísticos de ANAVA con una probabilidad de 0.05 y demostrado que el tratamiento 3 es el mejor en según comparación de promedios por el método Duncan, este incremento de longitud y diámetro de tallo, se debe a la formación de quelatos con los minerales del suelo por acción de los ácidos húmico y fúlvico, favoreciendo la absorción de los minerales por las plantas³, de esta manera se incorporan a los tejidos vegetales, en especial a los meristemos apicales, así mismo favorece un crecimiento en espesor de las plantas.

Los resultados del área foliar donde se observa que el tratamiento 3 presenta la mayor área foliar(97.10 cm²), respecto a los tratamientos (T1=62.37cm² y T2= 68.48cm²); resultado que evidencia la influencia de los ácidos húmico y fúlvico, corroborado por el análisis estadístico ANAVA con una probabilidad de 0.05, además en análisis de comparación de medias según Duncan indica que el mejor tratamiento fueron las plantas que se regaron con 3% de ácido húmico y fúlvico (T3); Este incremento del 55.68% del área foliar respecto al control (T1), probablemente se debe a la influencia de los ácidos húmico y fúlvico, por permitir una mejor absorción de los minerales por las plantas y facilitar el transporte de nutrientes de la planta^{3,17}. Esto desencadena un mejor crecimiento de la planta, al favorecer la relación C/N entre 9 y 10 veces⁹. Y siendo el nitrógeno un elemento clave para el crecimiento de las plantas, este elemento influye en forma directa en la producción vegetal, es empleado principalmente en la síntesis de proteínas, clorofila, ácidos nucleicos y otros compuestos orgánicos^{10,11}. Favorece el aumento del área foliar, con el consiguiente aumento de la tasa fotosintética de la planta, y el mantenimiento del crecimiento vegetativo de los tejidos^{6,7,11,15}. Así mismo se observa que las plantas que fueron regadas con ácidos húmico y fúlvico presenta una coloración verde oscura respecto al control, donde además se aprecia clorosis incipiente. En suma, si se tiene en cuenta que *P. ligularis* está formalmente registrada en el Perú y otras partes de Sudamérica^{7,19} y que sirve de nutrientes a los neonatos, ancianos y personas con problemas de colesterol alto, deben seguir investigándose los modos cómo mejorar la producción; un de ellas, como aquí se verificó es multiplicar la producción de plantones en invernadero utilizando en su crecimiento los ácidos humnico y fulvico.

CONCLUSIONES

- Las concentraciones de 3% de ácido húmico y fúlvico (T3), influenció más en el crecimiento de *Passiflora ligularis* L. “granadilla” permitiendo un incremento 57.46 % del peso fresco y 48.35 % del peso seco de planta.
- El T3 permitió un incremento del 51.66% % en longitud de tallo y 45.98 % en diámetro de tallo en plantas y 55.68% del área foliar de *Passiflora ligularis* L. “granadilla”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ayhan D. Characterization of humic substance from lignite samples. *Energy sources* 2003; 25:23-22
2. Bodwell C, Hopkins D. Nutritional characteristics of oilseed proteins. In: AM Altschul & HL Wilcke (eds.), *New Protein Foods. Vol.5, Seed Storage Proteins*. Orlando, USA: Academic Press 1985; pp.221-257
3. Hirzel C. Manejo y corrección de la fertilidad física y química del suelo a través del uso de enmiendas orgánicas. INIA. Quilamapu, Chillan. Chile. 2005.
4. Benalcázar A. Seminario de Agro Negocios. Extracto y fresco. 2001.
5. Peixoto J. Efeito da materia orgânica, do superfosfato simples e do cloreto de potasio na formação de mudas de maracuja zeiroazedo (*Passiflora edulis flavicarpa* DEGENER). Tese Mestrado. Escola Superior de Agricultura Lavras, Lavras. Brasil. 1986.
6. Herrera M. Jornada de capacitación UNALM-Agrobanco, Oxapampa. Perú. 2001.
7. Sánchez I, Ángel F. Passifloras de los Andes. En: JG Cruz & PA Torres (eds.). *Frutales para México. Contribuciones del Caribe y Sudamérica*. UAM, México. 2002.
8. Delanoy M, Van P, Scheldeman X, Beltran J. Germination of *Passiflora mollissima* (Kunth), *Passiflora tricuspidis* Mast. and *Passiflora nov.* sp. seeds. *Sci Hort* 2006; 110: 198-203.
9. Julca O, Meneses M, Blas R, Bello S. Materia Orgánica, importancia y experiencias de su uso en la agricultura. *IDESIA* 2006; 24(1): 49-61.
10. Vaughan D, McDonald I. Some effects of humic acid on the cation uptake by parenchyma tissue. *Soil Biol. Biochem* 1976; 8: 415-421.
11. Vaughan D, Ord B. Uptake and incorporation of ¹⁴C-labelled soil organic matter by roots of *Pisum sativum* L. *J Exp Bot* 1981; 32: 679-687.
12. Vaughan D, Malcolm R, Ord B. Influence of humic substances on biochemical processes in plants. In: D Vaughan & RE Malcolm (eds.), *Soil organic matter and biological activity*. Dordrecht. Alemania: Martinu Nijhoff/Dr. W. Junk Publ. 1982; pp.77-108.
13. Führ F, Sauerbeck D. The uptake of colloidal organic substances by plant roots as shown by experiments with ¹⁴C-labelled humus compounds. In: Report FAO/IAEA Meeting, Viena. Oxford, USA: Pergamon Press, Oxford 1967; pp.73-82
14. Egharevba R, Ikhatua M, Kalu C. The Influence of seed treatments and growing media on seedling growth and development of African walnut, *Plukenetia conophorum*. *African J Biotechnol* 2005; 4 (8): 808-811.
15. Taiz L, Zeiger E. *Plant Physiology*. USA: The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. 2006.
16. Nabors M. *Introducción a la Botánica*. España: Pearson Educación, SA. 2006.
17. Ministerio de Medio Ambiente (MMA). *Ácidos húmicos y fúlvicos para hidrosiembras*. España. 2008.
18. Poza M. Utilización de resinas cationicas en el estudio de sustancias húmicas. *Estación experimental de aula Dei* 1975; 13(1/2):179-187
19. Hernández A, Bernal R. *Lista de especies de Passifloraceae de Colombia*. Universidad de Antioquía. Colombia. 2000.