

Influencia de diferentes biofertilizantes en el rendimiento agrícola, fitoquímico y su efecto económico en el cultivo *Plecthranthus amboinicus*, L. (orégano francés) como planta medicinal

Influences of different biofertilizer in the agricultural yield, fitoquímico and their economic effect in the *Plecthranthus amboinicus* L. (French Oregano) crop as medicinal plant

Yoel Rodríguez Guerra¹, Sorenia Morales Chala¹, Diana Carmona Torres², Magdiel Villate Gómez²

1. Departamento Agropecuario, Facultad de Forestal y Agronomía, Universidad "Hermanos Saíz Montes de Oca" de Pinar del Río.

2. Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente, Pinar del Río.

E-mail: yrodriguez@af.upr.edu.cu, sorenia@af.upr.edu.cu.

RESUMEN. El trabajo se realizó en áreas del Instituto Politécnico de Agronomía Tranquilino Sandalio de Noda, ubicado en el kilómetro ocho y medio de la carretera La Coloma, en la provincia de Pinar del Río, Cuba, a una altura de 26,25 m sobre el nivel medio del mar, con el objetivo de determinar la influencia de varios biofertilizantes en el rendimiento agrícola, fitoquímico y su efecto económico en el cultivo *Plecthranthus amboinicus*, L. (orégano francés), en un suelo perteneciente al agrupamiento fluvisol. El mejor tratamiento en relación con los estudios fitoquímicos correspondió al humus de lombriz con 24,83 % y 19,72 % de sustancias solubles en agua y en etanol, respectivamente y 26,04 L/ha de aceite esencial, en relación con el rendimiento agrícola por hectáreas en la cosecha realizada correspondió al tratamiento con humus de lombriz con un rendimiento en masa seca de 1,480 t/ha, con una ganancia de 16 607,9 pesos/ha y una rentabilidad de 1 441,6 %.

Palabras clave: Fosforina, humus de lombriz, *Plecthranthus amboinicus*, *Rhizobium*.

ABSTRACT. The present work was carried out on the highway the Coloma, which has a distance of 8 ½ kilometre, situated in the Pinar del Río province, Cuba, at height of 26,25 m about sea level. The objective of this work is to determine the influence of several biofertilizers in the agricultural and phytochemical yield, along with its economic effect of *Plecthranthus amboinicus*, L. (French oregano crop), in a Fluvisol soil. The treatment with best performance in relations to the phytochemical studies corresponded to the casting with 24,83% and 19,72% of soluble substances in water and in ethanol, respectively, and 26,04 L/ha of essential oil, with relations to the agricultural yield in the harvest carried out corresponded to the treatment with casting with a dry mass yield of 1,480 t/ha with a profit of 16 607,9 pesos/ha and a yeild of 1441,6 %.

Key words: Phosphorine, casting, *Plecthranthus amboinicus*, *Rhizobium*.

INTRODUCCIÓN

Desde tiempos inmemoriales, el ser humano ha utilizado las plantas como medicamentos naturales y, actualmente, se conoce que dos terceras partes de la población en los países subdesarrollados utilizan plantas para el tratamiento de sus enfermedades. Los costos de los medicamentos de patentes son elevados e inaccesibles para poblaciones de muchos países del mundo, por lo

que recurren a la compra de plantas medicinales a un menor costo. (Fuentes, 1997)

En la actualidad, a pesar del desarrollo científico alcanzado, el mayor porcentaje de la población mundial no tiene acceso al sistema moderno de salud, así como a los medicamentos sintéticos. Las plantas medicinales siguen siendo la base de la medicina verde que ha sido utilizada desde tiempos remotos en el tratamiento y prevención de

enfermedades, además de ser fuente de un sinnúmero de compuestos químicos biológicamente activos que les confieren propiedades terapéuticas. (Roersch, 1994)

La producción y consumo de las plantas medicinales en Cuba, constituyen lineamientos dentro de la estrategia de la medicina en el país, ya que permiten combatir múltiples dolencias y enfermedades sin dejar secuelas en el ser humano y, además, sustituye importaciones. El cultivo y consumo de las plantas medicinales se encuentra popularizado en toda la nación y forma parte del Subprograma de Agricultura Urbana. (Salomón, 1999)

Dentro de las plantas medicinales el *Plecthranthus amboinicus* L, conocido popularmente en Cuba como “orégano francés” y perteneciente a la familia *Lamiaceae*, constituye un potencial valioso para la fabricación de medicamentos: ha tomado gran importancia por presentar una amplia gama de principios activos en las hojas, encontrándose aceites esenciales, taninos y glucósidos. (Acosta *et al.*, 1996)

Los rendimientos fitoquímicos tienen gran importancia para los cultivos de plantas medicinales, estos se consideran fundamentales para las elaboraciones de fármacos, a partir de sus órganos, por sus sustancias solubles en agua y etanol, aceites esenciales, entre otros.

Otras investigaciones de interés para la producción de fitofármacos demuestran que la evaluación fisicoquímica del aceite esencial del cultivo

Plecthranthus amboinicus, arroja altos porcentajes en las hojas (hasta 0,9 y 1,0 %) e identificó como componente principal al carvacrol, el cual se considera responsable de su acción antimicrobiana. Otros componentes también presentes son: terpenos, ci-neol, eugenol, entre otros. (Acosta, 1998)

Dada la importancia que tiene el empleo de los biofertilizantes en el cultivo del *Plecthranthus amboinicus*, L. (orégano francés) se, determinó el efecto de la aplicación de los biofertilizantes: Fosforina, *rhyzobium* + fosforina, *rhyzobium* y humus de lombriz en el cultivo de la especie en función de los rendimientos agrícolas, fitoquímicos y el efecto económico en condiciones de campo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en áreas del Instituto Politécnico de Agronomía Tranquilino Sandalio de Noda, ubicado en el kilómetro ocho y medio de la carretera La Coloma, en la provincia de Pinar del Río, a una altura de 26,25 m sobre el nivel medio del mar, a los 281,600 km al Norte y 224,100 km al Este del sistema de coordenadas planas Cuba Norte de ICGS.

El suelo empleado, según Hernández *et al.*, 1975 pertenece al agrupamiento aluvial, tipo aluvial, género materiales transportados arcillosos y teniendo en cuenta la nueva versión de clasificación genética, pertenece al agrupamiento fluvisol. (Hernández *et al.*, 1994) (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis agroquímico del suelo al inicio de la investigación*

Prof (cm)	pH (KCl)	M.O (%)	mg/100g de suelo		cmol (+) kg				
			P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	T
0-20	5,5	0,50	19,00	13,33	4,25	4,57	0,16	0,28	4,32

*Laboratorio Provincial del Departamento de Suelo y Agroquímica. Ministerio de la Agricultura, Pinar de Río.

Clima

En la etapa en la cual se encontraba establecido el cultivo en condiciones de producción, las mayores

precipitaciones fueron en los meses de marzo y mayo con 107,7 mm y 167,9 mm, respectivamente, por lo que no fue necesario aplicar riego durante estos dos meses pues la

precipitaciones, satisfacían las necesidades hídricas de la planta.

El experimento se inició en el año 2003, realizándose la plantación desde el día 13 de marzo hasta el 14 de junio en condiciones de campo, con un tiempo de duración de 90 días. Para la distribución del experimento en el campo se utilizó un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones para un total de 20. El marco de siem-bra utilizado fue de 70 cm por 40 cm. (Bernal *et al.*, 1995)

En la plantación se utilizaron marcadores para garantizar el marco de siembra a utilizar.

Los tratamientos utilizados fueron los siguientes:

1. Control sin biofertilizante.
2. *Rhizobium* aplicado al suelo al momento de plantar el propágulo.
3. Fosforina más *Rhizobium* aplicada al suelo al momento de plantar.
4. Humus de lombriz aplicado al suelo al momento de plantar.
5. Fosforina aplicada al suelo al momento de plantar. (2 g/m²)

Los resultados fueron sometidos al Test de Frimand. La no existencia de diferencias significativas permitió utilizar un diseño completamente aleatorizado buscando un mayor nivel de precisión para una probabilidad menor de 0,05. (Sigarroa, 1985)

Todo el procesamiento se realizó basado en las asunciones de ANOVA, la normalidad se consideró según Kolmogorou-Smirnov y la homogeneidad de varianza según la prueba de Bartlett. Para el análisis de las variables químicas estudiadas: sustancias solubles en agua, en etanol y aceites esenciales se utilizó el ANOVA y la prueba de comparación de medias por Duncan teniendo en cuenta que las variables cumplen con una distribución normal.

Los análisis estadísticos realizados se soportaron en el paquete estadístico de SPSS versión 10.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los rendimientos de masa verde y masa seca para el orégano francés como planta medicinal se observan en la tabla 2.

Tabla 2. Efectos de los tratamientos en el rendimiento en masa verde y masa seca (t/ha) del follaje para el cultivo de *Plecthranthus amboinicus* L.

Tratamientos	Rendimiento en masa verde (t/ha)	Rendimiento en masa seca (t/ha)
Control	6,475 e	0,438 e
<i>Rhizobium</i>	9,725c	0,845 c
Fosforina + <i>Rhizobium</i>	11,050 b	1,030 b
H. lombriz	12,200. a	1,480. a
Fosforina	8,950 d	0,793 d

Letras desiguales en una misma columna difieren para Duncan P < 0,05

Existen diferencias significativas entre los tratamientos con biofertilizantes estudiados para ambos rendimientos, se realizó la cosecha a los 90 días de trasplantado el cultivo y la mejor combinación para ambos parámetros resultó ser el tratamiento donde se aplicó humus de lombriz, con un rendimiento en masa verde de 12,20 t/ha y de masa seca de 1,480 t/ha, seguido por el tratamiento *rhizobium* + fosforina, con 11,050 t/ha en masa verde y en masa seca de 1,030 t/ha. El testigo fue el de menor rendimiento tanto para la masa verde como para la masa seca con 6,475 t/ha y 0,438 t/ha, respectivamente.

Los rendimientos obtenidos en la especie del *Plecthranthus amboinicus*, L. fueron inferiores a los obtenidos por Acosta *et al.*(1996) de 25,5 t/ha para el primer corte; 23 t/ha en el segundo; 30 t/ha en el tercer; 26,2 t/ha en el cuarto y 31 t/ha en el quinto corte de follaje fresco, equiva-lente a 48,3 kg/ha; 28,4 kg/ha; 25,8 kg/ha; 30,9 kg/ha y 38,5 kg/ha de aceite esencial, respectiva-mente.

Como se puede observar, en la relación masa verde con respecto a la masa seca (con una humedad del 10 %), el tratamiento donde se utilizó como biofertilizante el humus de lombriz presenta una relación de 10,72:1, o sea que por cada 10 toneladas de masa verde se puede obtener aproximadamente una tonelada de masa seca, no siendo así en el tratamiento donde no se aplica biofertilizante, en el cual

la relación es de 6,03:0,60.

La aplicación de fosforina permite el incremento de los rendimientos agrícolas, pero también tiene la capacidad de aportar sustancias biológicamente activas en la zona rizosférica de las plantas. (Herrera, 1997)

En relación con los estudios fitoquímicos

realizados en el cultivo orégano francés como planta medicinal a través del estudio del contenido de las sustancias solubles en agua y sustancias solubles en etanol en el follaje de la planta a los 90 días de plantado el cultivo, así como el contenido de aceites esenciales a los 60 y 90 días, próximo a la cosecha, se puede observar que existen diferencias significativas entre los tratamientos estudiados (Tabla 3).

Tabla 3. Influencia de los tratamientos en relación con el contenido de sustancias solubles en agua, etanol y aceites esenciales para el orégano francés

Tratamientos	Sustancias Solubles (90 días)		Aceites esenciales		Rendimiento aceites esenciales (L/ha)
	Agua (%)	Etanol (%)	60 días (%)	90 días (%)	
Testigo	19,26 c	11,26 c	0,13 c	0,76 b	3,32
<i>Rhizobium</i>	22,10 b	14,20 b	0,76 b	1,40 ab	11,83
Fosforina + <i>Rhizobium</i>	23,43 ab	19,43 a	0,73 b	1,30 ab	13,39
H. lombriz	24,83 a	19,72 a	1,10 a	1,76 a	26,04
Fosforina	23,60 a	19,60 a	0,46 b	1,13 ab	8,96

En cuanto a las sustancias solubles en agua y etanol, así como los contenidos de aceites esenciales, el mejor tratamiento resultó cuando se aplicó humus de lombriz, no existiendo diferencia significativa en relación con las sustancias solubles en agua y etanol entre los tratamientos donde se aplicó fosforina y fosforina + *rhizobium*; donde los contenidos de sustancias solubles en agua y etanol a los 90 días fueron de 24,83 % y 19,72 %, respectivamente, para el humus de lombriz y se obtuvieron contenidos de aceites esenciales de 1,10 % a los 60 días y 1,76 % a los 90 días.

El testigo fue el tratamiento donde se obtuvo en menor cuantía las sustancias solubles en agua y etanol así como la extracción de aceites esenciales con un contenido de 19,26 % de sustancias solubles en agua y 11,26 % de sustancias solubles en etanol a los 90 días, así como un 0,13 % y 0,76 % del contenido de aceites esenciales a los 60 y 90 días, respectivamente. El tratamiento donde se aplicó el humus de lombriz presenta mayor cantidad de sustancias solubles en agua con respecto a los demás tratamientos, los que se relacionan con mayores contenidos de sustancias fenólicas,

sustancias ácidas, monosacáridos libres, oligosacáridos y vitaminas solubles. El contenido de sustancia en un solvente orgánico como el etanol al 70 % demuestra valores inferiores solubilizando flavonoides, flovafenos, antocianinas, derivados del ácido galico, á-aminoácidos, etc.

Los contenidos de aceites esenciales en el follaje exhiben un comportamiento diferente a los 60 y 90 días de la plantación, probablemente atribuido a las condiciones climáticas. El rendimiento de los aceites esenciales obtenidos a los 90 días es mayor, lo que puede deberse a que durante el periodo en que el cultivo se encontraba en la fase de vivero, se le realizó riego por aspersión ya que durante esa etapa, en el mes de febrero, escaseaban las precipitaciones. Por lo que fue necesario recurrir nuevamente al riego, el cual se realizó según las normas según las normas técnicas del cultivo en condiciones de campo, no fue así en el mes de abril con precipitaciones de 63,9 mm que satisficieron las necesidades hídricas del cultivo.

Desde el punto de vista fisiológico la influencia de las temperaturas en la época en que se estableció

el cultivo fue favorable, ya que no existieron valores por encima de 33,9 °C como temperatura extrema, lo cual garantizó que la intensidad de los parámetros fisiológicos favorables a la formación de follaje se mantuviera de forma satisfactoria con una mayor asimilación de macro y microelementos a través de la aplicación del tratamiento con humus de lombriz por lo que se obtuvo mayor concentración de principios activos.

Los mayores contenidos de aceites esenciales se encuentran en las vacuolas, que son más pequeñas en estado joven con una mayor concentración de sustancias solubles en agua, mientras que a los 90 días las vacuolas han aumentado de tamaño, aumentando también el contenido de aceites esenciales.

Además, desde el punto de vista de las características del suelo, donde se aplicó humus de lombriz hay una mayor retención de humedad porque mejora la estructura de suelo y hay una mayor relación de micro/macroporos.

A los 60 días la concentración de aceites esenciales es menor que a los 90 días, lo cual está dado porque el contenido citoplasmático de la células jóvenes es mayor y la relación masa verde/masa seca es

mayor en los estadios jóvenes de la planta, y en la medida que la célula va envejeciendo la relación va siendo menor. Los resultados de los estudios fitoquímicos en cuanto a los contenidos de sustancias solubles en agua y etanol así como el rendimiento en aceites esenciales son datos no publicados en la literatura hasta el momento y constituyen aportando una importante contribución al saber científico en esta rama de la ciencia.

En el humus de lombriz se encuentran diversos compuestos necesarios para la vida del suelo (González, 2002) como son: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) esencialmente y otros, que mejoran la textura y estructura del suelo, favorecen la absorción radicular, protegen a las plantas de las plagas y enfermedades, aumentan la permeabilidad y retención hídrica de los suelos.

Otras investigaciones de interés para la producción de fitofármacos demuestran que la evaluación físico-química del aceite esencial de esta especie arroja altos porcentajes en las hojas (hasta 0,9 y 1,0 %) y se identificó como componente principal al carvacrol, el cual se considera responsable de su acción antimicrobiana. Otros componentes también presentes son: terpenos, cineol, eugenol, entre otros. (Acosta, 1998)

Tabla 4. Valoración económica del *Plecthranthus amboinicus* L. con respecto a los tratamientos

Tratamientos	Producción masa seca (kg/ha)	Valor de la producción (pesos/ha)	Costo producción (pesos/ha)	Ganancia (pesos/ha)	Rentabilidad (%)	Efecto económico (Pesos/ha)	Costo por peso
Testigo	438	5 256	850,13	4 405,87	518,258	-	0,16
Rhizobium	845	10 140	859,52	9 280,48	1 079,7	4 874,61	0,084
Fosforina + <i>Rhizobium</i>	1 030	12 360	859,52	11 500,48	1 338,01	7 094,61	0,06
H. lombriz	1 480	17 760	1 152,03	16 607,9	1 441,6	12 202,03	0,064
Fosforina	793	9 516	850,5	8 665,5	1 018,87	4 259,63	0,089

Para el cultivo de *Plecthranthus amboinicus*, L. el tratamiento donde hubo mayor costo de la producción fue cuando se aplicó humus de lombriz con 1 152,03 \$/ha (Tabla 4), seguido por el tratamiento fosforina + *rhizobium* con 859,52 \$/ha. En el caso del testigo fue el de menor costo de producción debido a la no aplicación de los biofertilizantes estudiados.

Como se puede apreciar en el caso del testigo hubo menor producción de masa seca por unidad de superficie, así como la menor rentabilidad y el mayor costo por peso, lo cual puede deberse a una menor solubilidad del fósforo (P) inorgánico presente en el suelo por la ausencia de una flora microbiana capaz de hacer un uso racional de la superficie de que dispone la planta

para su crecimiento y desarrollo y la aplicación de estos biofertilizantes.

Con respecto a la rentabilidad se obtiene un mayor porcentaje con la aplicación de humus de lombriz de 1 441,6 % y en el caso de la fosforina + *rhyzobium* fue de 1 338,01 %, con el menor costo por peso de 0,064 y 0,06 pesos lo cual está dado por un aumento de la producción en masa seca para estos tratamientos debido a la aplicación adecuada de estos biofertilizantes en el momento del trasplante al suelo, obteniéndose una ganancia de 16 607,9 pesos/ha y 11 500,48 pesos/ha en ambos tratamientos.

Además, desde el punto de vista económico se demuestra que con el uso y empleo de los tratamientos de humus de lombriz y fosforina + *rhyzobium* aplicados al suelo, hay una mayor rentabilidad, con un menor costo por peso, aumentando las ganancias.

CONCLUSIONES

- 1.El tratamiento de mejor comportamiento en relación con los estudios fitoquímicos correspondió al humus de lombriz con 24,83 % y 19,72 % de sustancias solubles en agua y en etanol, respectivamente, 26,04 L/ha de aceite esencial.
- 2.El mayor rendimiento agrícola por hectáreas en la cosecha realizada correspondió al tratamiento con humus de lombriz con un rendimiento en masa seca de 1,480 t/ha.
- 3.A partir del análisis económico realizado para cada tratamiento se demuestra que no solo es eficiente sino eficaz cuando se aplica el humus de lombriz con una ganancia de 16607,9 pesos/ha y una rentabilidad de 1441,6 %.

BIBLIOGRAFÍA

1. ACOSTA L.; C. RODRÍGUEZ; R. MENÉNDEZ Y OTROS: "Cultivo del orégano francés (*Plecthranthus amboinicus*, L) para la producción de fitofármacos". *Rev. Cubana Plant. Med.* 1(1): 3-7, 1996.
2. _____: Cultivo de Orégano francés (*Plec-*

thranthus amboinicus [Lour.] Spreng) para la producción de fitofármacos: en <http://www.infomed.sld.cu/revistas/pla/vol-1-96/pla/0/96.htm>, 1998.

3. BLANCO, L.; J. VALDÉS; Y. RODRÍGUEZ Y F. PÉREZ: "Influencia de diferentes dosis de vermicompost en el cultivo de *Ocimum basilicum*", *Plantas Medicinales y Floricultura* 5(1), CIDA, 1995.

4. FUENTES, V.: *Conozca las plantas medicinales*, Editorial Científico-Técnica. Ciudad de la Habana, pp. 2-7, 1997.

5. GONZÁLEZ, A.: *Beneficios del Humus de Lombriz*, San José, Costa Rica.

6. HERNÁNDEZ, A.; O. ASCONIO; F. ORTEGA; L. AVILA Y OTROS: "Segunda clasificación genética de los suelos de Cuba". *Serie* (23): 1-25, 1975.

7. _____; J.M. PÉREZ, J.E. GONZÁLEZ; E. CAMACHO Y OTROS: *Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba*, p. 48, Instituto de suelos, Ministerio de la Agricultura, Ciudad de la Habana, .

8. HERRERA, A. Y R. RODRÍGUEZ: Análisis y evaluación económica del producto. Tecnología agrícola para el cultivo de *Ocimum basilicum*, L, Trabajo de diploma UPR, p. 40, 1997.

9. ROERSCH, C: *Plantas medicinales en el sur andino del Perú*. (s.i): Edición Koettz Scientific Books Koenigstein, 1994.

10. ZIGARROA, A.: *Biometría y Diseño Experimental*, p. 26, Ed. Pueblo y Educación, La Habana, 1995.

11. SALOMON, N.: *The Noni Phenomenon. Discover the Powerful Tropical Healer that Fights Cancer. Lowers. High Blood Pressure and Relieves chronic Pain* p. 266, Utah Direct Source Publishing Vineyard, 1999.

Recibido: 4/Febrero/2007

Aceptado: 11/Julio/2007