

## **Efecto de la adición de enmiendas orgánicas sobre la actividad de la ureasa en suelos del municipio Rivas Dávila (estado Mérida)**

*Effect of organic amendments addition on urease activity in soils of Rivas Dávila County, Mérida state.*

**Froilan Contreras B<sup>1</sup>, Jorge Paolini<sup>2</sup> y C. Rivero<sup>3</sup>.**

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias. Departamento de Química, ULA. Apartado 785101. Mérida-Venezuela.

<sup>2</sup>Centro de Ecología. IVIC. Miranda-Venezuela.

<sup>3</sup>Facultad de Agronomía. Instituto de Edafología. Aragua-Venezuela.

---

### **RESUMEN**

El municipio Rivas Dávila, estado Mérida posee una larga tradición en la siembra de cultivos hortícolas de altos niveles de producción. Estos cultivos están ubicados en zonas de altas pendientes, lo que impone el uso de prácticas conservacionistas, entre éstas la de mayor aplicación en el área es la incorporación al suelo de enmiendas orgánicas. Sin embargo, esta práctica induce modificaciones en el suelo que deben ser evaluadas. El objetivo de este trabajo consistió en evaluar el efecto del uso de gallinaza, estiércol de caprino y vermicompost sobre la actividad de la ureasa. La actividad de la ureasa fue determinada por medición del amonio liberado durante la catálisis. Los resultados mostraron que los suelos enmendados se diferenciaron del control y el enmendado con gallinaza se diferenció significativamente de los otros tratamientos y, éstos a su vez tienen diferencias significativas con el suelo control. La dinámica de la actividad de ureasa, mostró un incremento evidente durante los primeros siete días de la incubación. Dicho incremento se dio en todos los tratamientos como consecuencia del suministro de fuentes carbonadas de fácil degradación.

**Palabras Clave:** ureasa, enmiendas orgánicas, gallinaza, estiércol caprino, vermicompost

### **ABSTRACT**

The Rivas Dávila County, Mérida state, has an antique tradition in the horticultural cultivations with high production levels. These cultures are located in areas of high slope and altitude, Therefore the farmers use conservative practices, especially the application to the soil of organic amendments. However, this practice induces modifications in the soil that should be evaluated. The objective of this work consisted on evaluating the effect of the poultry manure, caprine manure and vermicompost on the activity of the ureasa. Which was determined by measuring of the ammonium liberated during the catalysis. The results showed that the soils amended had differences with the control and the soil with poultry manure presented significant differences with the other treatments and, these in turn have significant differences with the control soil. The dynamics of the urease activity, showed an evident increment during the first seven days of the incubation. These increments observed in all the treatments are a possible consequence of the supply of carbon sources of easy degradation.

**Key Words:** urease, organic amendments, poultry manure, manure caprino, vermicompost

---

## INTRODUCCIÓN

El municipio Rivas Dávila del estado Mérida posee una larga tradición en la siembra de cultivos hortícolas con altos niveles de producción. Ahora bien, debido a que dichos cultivos están ubicados en zonas de altas pendientes, se impone el uso de prácticas conservacionistas, entre éstas la de mayor aplicación en el área es la incorporación al suelo de residuos orgánicos (RO). Con ello se pretende suministrar nutrientes y mantener contenidos apropiados de materia orgánica (MO) en el suelo.

Por otra parte, el uso de RO induce una serie de modificaciones en el suelo que deben ser evaluadas dado que éstas gobernarían la liberación de nutrientes esenciales, tales como nitrógeno, fósforo y azufre, tanto para las plantas como para el desarrollo de microorganismos. Debe considerarse también el efecto de los RO en programas de manejo integrado, dado que en éstos se hace uso conjunto de fertilizantes orgánicos e inorgánicos. En este sentido, en el mundo se ha generado un marcado interés por la medición de parámetros que permitan inferencias sobre este tipo de interacciones. En ese proceso, la evaluación de la actividad de las enzimas en el suelo ha surgido como un índice de alta relevancia (Martens *et al.*, 1992; Dick, 1992; Bergstrom *et al.*, 1998). Venezuela lógicamente no ha escapado a esta corriente (Contreras *et al.*, 1995, 1996, 2001 y 2004)

Entre las enzimas evaluadas en el suelo se encuentran primordialmente las que actúan en los ciclos biogeoquímicos de los macronutrientes y es posiblemente la ureasa la que ha recibido mayor atención por su intervención en la hidrólisis de uno de los fertilizantes de mayor uso en el mundo, la urea. En este ámbito se planteó como objetivo de este trabajo, evaluar el efecto de gallinaza, estiércol de caprino y vermicompost, en condiciones de laboratorio, mediante una incubación de dos suelos con estas enmiendas orgánicas, usadas en el municipio Rivas Dávila, sobre la actividad de la ureasa.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción de la zona de estudio: El área de estudio está situada en la localidad de Bailadores (8° 11' N, 71° 49'), a 7 km de la población homónima en el límite norte del parque nacional Juan Pablo Peñalosa (Bianchi, 1997) en el estado Mérida, a una altitud 2400-2800 msnm. La vegetación de la región ha sido descrita como un bosque húmedo montano bajo (Ewel *et al.*, 1976).

Inicialmente se seleccionaron y se caracterizaron siete sitios de cuyo análisis se seleccionaron dos suelos contrastantes, con base en su fertilidad, como son el suelo Caricuena y el suelo La Cañada, éste último tiene propiedades que lo hacen medianamente apto para la agricultura mientras que el de Caricuena es extremadamente pobre, con bajo contenido de materia orgánica y deficiente en nutrientes. Todos los materiales orgánicos fueron obtenidos directamente de los productores de la zona. En el laboratorio se realizaron los análisis químicos y físicos de las distintas muestras de suelo y de las enmiendas, de acuerdo a los métodos aplicados en dicho laboratorio y las cuales se encuentran descritas en IGAC (1978). Las principales características de suelos y enmiendas se muestran en el Cuadro 1

La recolección de la muestra se realizó con barreno, se tomaron 3 muestras compuestas para cada suelo, cada una de las cuales constaba de 15 barrenos, a una profundidad de 0-15 cm. Las muestras fueron llevadas a la Facultad de Ciencias (ULA-Mérida) donde fueron secadas y tamizadas a 2 mm. A cada uno de los suelos se le añadió gallinaza, estiércol de chivo y vermicompost de ganado bovino de acuerdo a la dosis aplicadas en la zona (15 Mg/ha), se mezcló mediante cuarteo por tres veces sucesivas para asegurar la homogenización de la mezcla suelo-enmienda. Luego cada suelo fue incubado durante 45 días, durante los cuales fue mantenido a su capacidad de campo. La actividad de ureasa fue medida diariamente los primeros tres días y luego con una frecuencia semanal.

La actividad de la ureasa fue determinada por el método recomendado por Kandeler y Gerber (1988), en el cual se mide el amonio liberado por la hidrólisis de la urea como consecuencia de la catálisis enzimática. El procedimiento consiste en agregar al suelo o mezcla suelo-enmienda una solución de urea al 0,48% p/v (sustrato) incubarlo por 2 horas en una estufa a 37°C. Después de la incubación se añade una solución KCl-HCl 1M y agua, se agita por treinta minutos y se centrifuga a 3000 rpm durante 10 minutos. El amonio liberado se determina por una modificación de la reacción de Berthelot, después de 30 minutos, para el desarrollo de coloración, se miden las soluciones a 690 nm.

**Cuadro 1.** Algunas propiedades químicas de los suelos y enmiendas utilizadas.

Sitio	pH	C	N	Na	P <sub>Olsen</sub>	P <sub>t</sub>	C/N	CIC
	H <sub>2</sub> O (1:1)	gkg <sup>-1</sup>	g.kg <sup>-1</sup>	cMol.kg <sup>-1</sup>	Mg.kg	%		cMol.kg <sup>-1</sup>
La Cañada	6,7	13,3	2,1	0,22	23,9	-	6,3	15,1
Caricuena	3,6	6,0	0,3	0,02	0,85	-	20,0	4,0
Gallinaza	8,1	259,0	30	0,8	-	0,50	8,6	59,7
Estiércol caprino	8,6	261,0	21	2,0	-	0,03	12,4	60,0
Vermicompost (VC-V)	7,2	166,0	13	0,04	-	0,05	12,8	53,0

P<sub>t</sub>=Fósforo total; CIC=Capacidad de intercambio catiónico

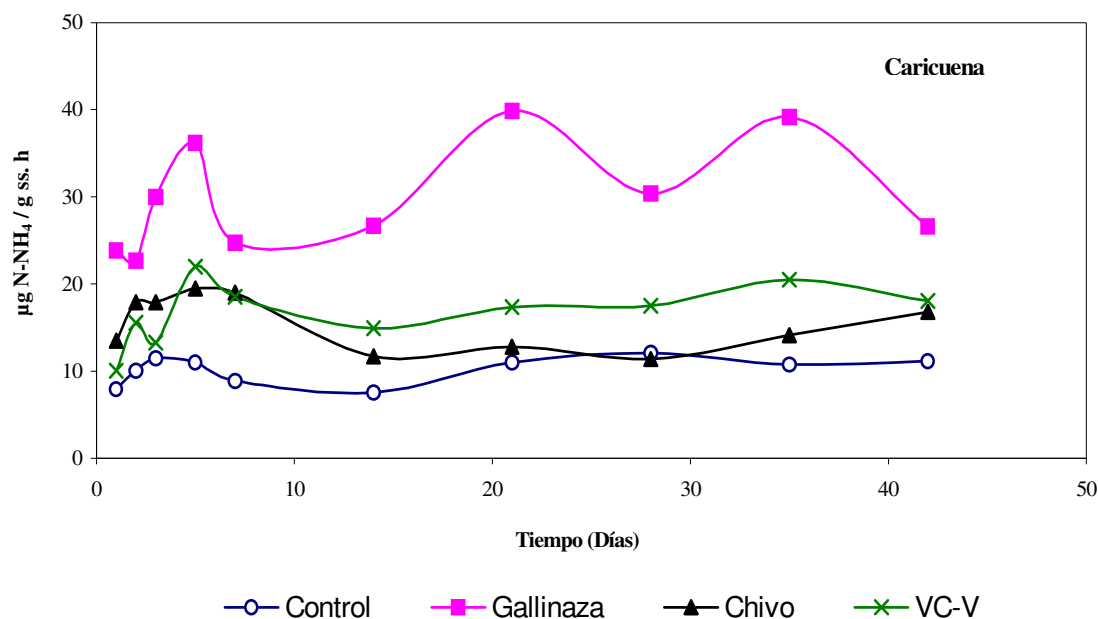
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evaluación química de las enmiendas indicó que el abono de gallinaza contiene el mayor porcentaje de nutrientes, seguido por el estiércol de caprino y el vermicompost de estiércol de ganado bovino. Estos resultados son similares a los indicados por otros investigadores en estudios análogos realizados en el país (Añez, 1979; Pérez-Osal, 1981; Urbina-Rodríguez, 1995; Zérega, 1995). Es importante señalar que los valores de la CIC son bastantes similares entre sí para las enmiendas y corresponden, según Harada e Inoko (1980) a materiales maduros. Una acotación importante, en relación al estiércol de caprino, es el cuidado que debe tenerse para su uso dado su elevado contenido de sodio, ya que puede agravar los problemas de salinidad en algunos suelos, tal y como lo indica Pérez-Osal (1981). El mayor contenido de nutrientes obtenidos en la caracterización, justifica de alguna manera, las preferencias de los productores de la zona por la gallinaza o el estiércol de caprino sobre el vermicompost o el estiércol de ganado bovino en los cultivos hortícola.

En el suelo Caricuena, los valores de la actividad ureásica estuvieron durante el período de incubación entre 7 y 40  $\mu\text{g N-NH}_4/\text{gss.h}^1$  (Figura 1). El incremento de la actividad ureásica observado como consecuencia de la adición de las enmiendas orgánicas es atribuida al aporte de sustrato carbonado fresco, cuyo contenido es ligeramente mayor en el caso de la gallinaza, la cual presenta además una menor relación C/N lo que favorece su mineralización y en consecuencia un aporte mas rápido de los nutrientes que contiene. Esto ha sido anteriormente reseñado por Zantua y Bremner (1976, 1977), Nannipieri *et al.* (1983), Martens *et al.* (1992). Este incremento se vincula a la proliferación de las poblaciones microbianas.

En esta experiencia, dicho efecto resultó bastante aleatorio y de carácter aparentemente transitorio, dado que en todos los casos se tiende hacia los valores iniciales, este carácter transitorio ha sido mencionado en trabajos como los de Zantua y Bremner (1977) quienes dicen que la actividad enzimática retornó al valor original (suelo no enmendado) después de nueve semanas de incubación de un suelo agrícola de Iowa (USA) enmendado con glucosa, celulosa, almidón, estiércoles y lodos activados. Estos autores sugieren que en suelo no enmendado existe una capacidad limitada para estabilizar y proteger una cierta cantidad de ureasa por lo que cantidades de la enzima en exceso será descompuesta o inactivada después de cierto tiempo. Este tipo de comportamiento ha sido señalado también por Perucci (1990), Pascual *et al.* (1998c).

<sup>1</sup> gss= gramos de suelo seco; h= hora



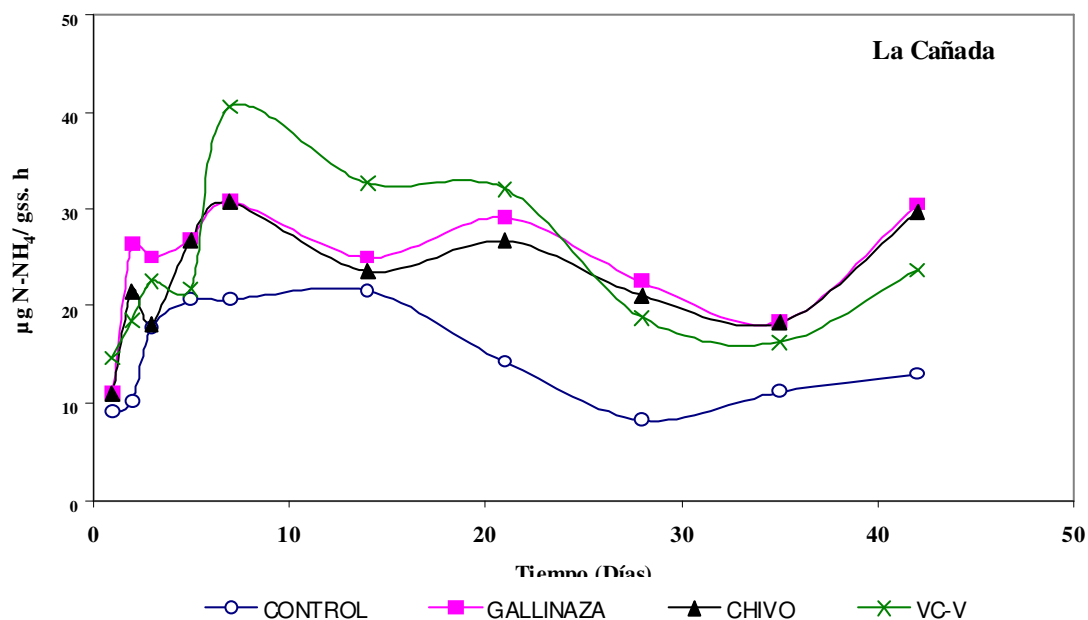
**Figura 1.** Dinámica de la actividad de ureasa en el suelo Caricuena.

El análisis de varianza realizado indicó que el suelo enmendado con gallinaza presentaba diferencias significativas con el control y con los otros tratamientos, y éstos a su vez tienen diferencias significativas con el suelo control ( $p < 0,0012$ ). Este comportamiento confirma lo discutido, para estos mismos suelos y enmiendas, por Contreras *et al.* (2004) para la actividad de la deshidrogenasa y poblaciones microbianas, donde la gallinaza en el suelo Caricuena posee una mayor actividad con respecto a los otros tratamientos.

Para el suelo La Cañada, la dinámica observada para la ureasa se presenta en la Figura 2, donde se observa que los valores obtenidos para los suelos enmendados, aun cuando muy variables al inicio de la experiencia, son muy cercanos hacia el final del experimento. Sin embargo, los mayores valores corresponden a la gallinaza y al estiércol caprino (alrededor de  $30 \mu\text{g N-NH}_4/\text{gss.h}$ ).

El vermicompost produce mayores niveles de actividad entre los cinco y los quince días que la gallinaza y el estiércol caprino, lo cual podría estar asociado al agotamiento de los materiales de fácil disponibilidad en estos últimos. El análisis de varianza arrojó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos y el suelo control ( $p < 0,0012$ ).

Los niveles de actividad alcanzados y la dinámica general observada, en este suelo no difieren mucho de los del suelo Caricuena. El incremento de actividad enzimática por efecto de la adición de enmiendas puede ser explicado por los mismos argumentos empleados en la discusión del comportamiento del suelo Caricuena, es decir activación de las poblaciones microbianas y producción de enzimas, por efecto de la adición de sustrato carbonado fresco, influenciado lógicamente por las características iniciales de cada suelo que le conferirían una capacidad de respuesta diferente. En este caso cabe destacar que el suelo La Cañada ha sido fertilizado, tanto con fertilizantes sintéticos como con abonos orgánicos durante periodos de tiempo considerables.



**Figura 2.** Dinámica de la actividad de ureasa en el suelo La Cañada.

### CONCLUSIONES

La dinámica de la actividad de ureasa, mostró un incremento evidente durante los primeros siete días de la incubación. Dicho incremento, aun cuando en diferente magnitud, se observó en todos los tratamientos como consecuencia del suministro de fuentes carbonadas de fácil degradación y de nutrientes disponibles que favorecen el desarrollo de poblaciones de microorganismos. Esta proliferación de microorganismos causa a su vez un aumento de la síntesis de distintas enzimas, la ureasa entre ellas. El efecto observado fue de carácter transitorio, por cuanto una vez que se agotan los sustratos fácilmente degradables se produce la inevitable disminución de la actividad microbiana. Sin embargo en algunos casos, aún después de las seis semanas de incubación, se mantiene el incremento de la actividad enzimática. El suelo La Cañada, con un historial previo de fertilización orgánica e inorgánica, exhibió los mayores valores en la actividad de ureasa a diferencia del suelo prístino de Caricuena.

### AGRADECIMIENTO

Este trabajo fue realizado en el LIAQIA de la Facultad de Ciencias, Universidad de los Andes, con la colaboración del Consejo de Desarrollo Científico Humanístico y Tecnológico, proyectos: C-731-95-01-C y C-904-98-01-A.

### LITERATURA CITADA

- Añez, R.B.** 1979. El uso del estiércol en Los Andes. IIAP. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela. 14 p.
- Bergstrom, D. W., C. M. Monreal y D. J. King.** 1998. Sensitivity of soil enzyme activities to conservation practices. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52:1286-1295.

- Bianchi-Pérez, G.R.** 1997. Niveles de Cu, Zn, Cd y Pb en roedores del yacimiento de sulfuros masivos en Bailadores. Estado Mérida, Venezuela. Trabajo especial de grado. Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela. 66 p.
- Contreras F., C. Rivero y J. Paolini.** 1995. Efecto de la incorporación de residuos orgánicos y dos tipos de labranza sobre la actividad de la ureasa en un Alfisol. *Venesuelos*. 3(1):2-6.
- Contreras, F., C. Rivero y J. Paolini.** 1996. Efecto del uso de residuos orgánicos y dos tipos de labranza sobre la actividad de la fosfatasa ácida en un alfisol. *Rev. Fac. Agron.* 22: 139-149.
- Contreras F., C. Rivero y J. Paolini.** 2004. Efecto de la aplicación de dos tipos de labranza con y sin incorporación de residuos sobre la actividad de algunas enzimas en el perfil de un Alfisol de Venezuela. *Venesuelos*. 9(1y2): En prensa
- Contreras, F., J. Paolini, C. Rivero.** 2001. El uso de enmiendas orgánicas y su efecto sobre la actividad de la deshidrogenasa y mineralización del carbono en el suelo. *Rev. Fac. Agron. (Maracay)*. 30 (2): 95-107.
- Dick, R. P.** 1992. A review: long-term effects of agricultural systems on biochemical and microbial parameters. *Agric. Ecosyst. Environ* 40:25-36.
- Ewel, J. J., A. Madrid y J. A Tosi.** 1976. Zonas de vida de Venezuela. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Ministerio de Agricultura y Cría. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Caracas-Venezuela. 271 p.
- Harada, Y. y A. Inoko.** 1980. The measurement of the cation-exchange capacity of composts for the estimation of the degree of maturity. *Soil. Sci. Plant. Nutr.* 26(1): 127-134.
- IGAC.** 1978. Métodos analíticos del laboratorio de suelos. Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". Ministerio de Hacienda y Crédito público. Bogotá, Colombia. 663 p.
- Kandeler, E. y H. Gerber.** 1988. Short-term assay of soil urease activity using colorimetric determination of ammonium. *Biol. Fertil. Soils*. 6: 68-72.
- Martens, D. A., J. B. Johanson y W.T. Frankerberger Jr.** 1992. Production and persistence of soil enzyme with repeated addition of organic residues. *Soil Sci* 153:53-61.
- Nannipieri, P., L. Mucani y C. Ciardi.** 1983. Microbial biomass and enzyme activities: production and persistence. *Soil Biol. Biochem.* 15: 679-685.
- Pascual, J. A., T. Hernández., C. García y M. Ayuso.** 1998. Enzymatic activities in an arid soil amended with urban organic wastes: laboratory experiment. *Biores. Technol.* 64: 131-138.
- Perez-Osal, J.** 1981. Efectos de aplicaciones de estiércol y fósforo sobre algunas propiedades físicas y químicas de un suelo del Valle de Quibor, estado Lara, y su influencia sobre el desarrollo de plantas de tomate. Tesis de Maestría en Ciencias del Suelo. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay-Edo. Aragua. 130 p.
- Perucci, P.** 1990. Effect of addition of municipal solid waste compost on microbial biomass and enzymes activities in soil. *Biol. Fertil. Soils*. 10: 221-226.
- Urbina, C y O. Rodríguez P.** 1995. Efecto de dos abonos orgánicos en el control de la erosión y mejoramiento físico y químico del suelo. *Rev. Fac. Agron. (Maracay) Alcance* 47: 63-74.
- Zantua, M. I. y J. M. Bremner.** 1976. Production of urease activity in soils. *Soil Biol. Biochem.* 8: 369-374.
- Zantua, M. I. y J. M. Bremner.** 1977. Stability of urease in soils. *Soil Biol. Biochem.* 9:135-140.
- Zérega, L.** 1995. Características de algunos fertilizantes agrícolas no tradicionales en Venezuela. *Fundazúcar. Boletín* N° 18. pp. 7-10.