

MOVIMIENTO DE LA DICIANDIAMIDA, INHIBIDOR DE LA NITRIFICACION, EN ANDISOLES Y ULTISOLES 1/*

Elemer Bornemisza **
Juanita E. Morúa ***
Cecilia Villalobos **

ABSTRACT

Movement of the nitrification inhibitor dicyandiamide in Ultisols and Andisols. The movement of the nitrification inhibitor dicyandiamide (DCD) and of ammonium and nitrate-N were studied in small lysimeters. The individual lysimeters contained soils from the A horizons of three Andisols and three Ultisols and were leached with 100 mm of water. The inhibitor was determined by Vilsmeier's colorimetric method in the Ultisols and by Rudert and Locascio's indirect procedure in the Andisols. It was observed that the colloidal components of soil, clay and organic matter coincided with the retardation of DCD movement. Under the conditions of this experiment, DCD moved downward in Andisols to the 2.5 to 12.5 cm layers. In the Ultisols it moved mostly to the 10 to 15 cm layer, except in the case of the most sandy soil, where it moved down to 25 cm. The movement of ammonium was similar to that of DCD under the condition of this experiment.

INTRODUCCION

El uso creciente de abonos nitrogenados y la rápida nitrificación del componente amoniacal presente en ellos, resulta en apreciables pérdidas de N en el país (Martínez *et al.*, 1987).

Para reducir estas pérdidas, probablemente como nitrato, se ha probado el uso de un inhibidor de la nitrificación, la diciandiamida, llamada también DCD, con buenos resultados agronómicos en Costa Rica (Bornemisza, 1984; 1986).

Para que este inhibidor de la nitrificación, la DCD, actúe, debe encontrarse en la misma zona del suelo donde se encuentre el N amoniacal proveniente del fertilizante, y para poder asegurar

que esto ocurra, es necesario conocer el movimiento del DCD en los suelos. Sin embargo, este es un problema que ha recibido muy poca atención en general y ninguna para suelos tropicales (Bock *et al.*, 1981).

Para obtener información sobre el movimiento de la DCD en diferentes suelos de Costa Rica se realizaron 2 experimentos en lisímetros, uno con Andisoles y otro con Ultisoles, con miras a conocer el desplazamiento de la DCD y de las diferentes formas de N bajo el efecto de la aplicación de una cantidad considerable de agua (10 cm), en presencia de diferentes formas y cantidades de abonos nitrogenados.

MATERIALES Y METODOS

Se efectuaron 2 experimentos independientes. Uno con 3 Andisoles y otro con 3 Ultisoles, cuyas características se indican en el Cuadro 1.

En ambos casos se usaron lisímetros de PVC (cloruro de polivinilo), compuestos de

1/ Recibido para publicación el 16 de marzo de 1990.
* La realización de este trabajo recibió apoyo del CONICIT. El trabajo incluye parte de las tesis de Ing. Agr. presentadas por Juanita Morúa y Cecilia Villalobos ante la Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

Cuadro 1. Características de 6 suelos de carga variable usados en el estudio del movimiento de DCD.

Orden	Suelo	pH		Nombre textural	M O * (%)	CICE** (cmol (+)/kg)
		H ₂ O	KCl			
Andisoles	Cot (Typic Dystrandept)	6,4	5,4	Franco limoso	16	4,9
	Nubes (Typic Vitrandept)	6,2	5,1	Franco arenoso	5,4	2,2
	Heredia (Typic Dystrandept)	6,2	5,0	Franco limoso	13	3,7
Ultisoles	Tuis (Tropohumult)	4,3	4,1	Arcilloso	6,6	2,8
	Chitaria (Tropohumult)	5,1	4,2	Franco	4,2	5,2
	Moravia de Chirripó (Tropohumult)	4,7	4,2	Arcilloso	5,0	6,1

*M O = Materia orgánica.

**CICE = Capacidad de intercambio catiónico efectiva. (Ca+Mg+K+acidez)

anillos de 5 cm de altura y 10,5 cm de diámetro con un volumen de 458 cm³ cada anillo. Con cinta adhesiva se unieron 6 anillos y el fondo de la columna se cerró con papel de filtro que se sostuvo con una manta sobre un embudo grande. Los 4 anillos inferiores se llenaron con uno de los suelos en estudio y en el anillo quinto se colocó una mezcla de abono, DCD y el suelo respectivo, de acuerdo a las dosis indicadas en el Cuadro 2.

Debido a que en el primer experimento (con Andisoles) se observó que diferentes dosis de abono no influyeron sobre el desplazamiento del inhibidor, en el segundo experimento, con Ultisoles, se usó un solo nivel de abono, correspondiente a 250 mg/kg de urea. En forma análoga, debido a las reducidas diferencias entre sulfato de amonio y urea en el primer experimento, en el segundo solamente se usó urea y urea + DCD.

Cuadro 2. Tratamientos aplicados a los Andisoles del primer experimento para evaluar la movilidad del inhibidor DCD.

Tratamiento	Productos	kg N/ha
1A	Urea con DCD (10%N)	250
1B	Urea con DCD (10%N)	500
1C	Urea con DCD (10%N)	750
2A	Urea	250
2B	Urea	500
2C	Urea	750
3A	Sulfato de amonio	250
3B	Sulfato de amonio	500
3C	Sulfato de amonio	750
4A	Sulfato de amonio con DCD (10%N)	250

Luego, en el transcurso de 2 días, se aplicó un lavado de 920 ml de agua equivalente a una columna de agua de aproximadamente 10 cm. Los lavados de cada día se recogieron separados, y cuando el percolado terminó, se separaron los anillos con suelo y se tomó de cada uno, una muestra para la determinación de la DCD.

En el primer experimento, con Andisoles, la determinación de la DCD fue indirecta según lo recomiendan Rudert y Locascio (1979). Este proceso mide la nitrificación en muestras de suelos de los anillos en presencia y ausencia del inhibidor, considerando que la diferencia se debe a la presencia del inhibidor. Se recurrió a esta técnica indirecta ya que la fuerte adsorción del material volcánico no permitió la determinación directa de la DCD por colorimetría, como se realiza en general, según el método de Vilsmeier (1979).

Los Ultisoles sí permitieron el uso del método de Vilsmeier (1979), y así, una determinación directa de la DCD.

Para la determinación del amonio en los suelos, se usó el método de Nesler descrito por Jackson (1982) y para la del nitrato, el método de sulfato de brucina, según como lo describen Briceño y Pacheco (1984).

RESULTADOS Y DISCUSION

Movilidad del DCD en Andisoles

Como se indicó previamente, para estos suelos solamente fue posible realizar la determinación indirecta del inhibidor, que se basa en su

efecto sobre la nitrificación. Los resultados expresados en forma de reducción del contenido de nitrato por efecto del inhibidor, similarmente a como lo hicieron Rudert y Locascio (1979) en Florida, se presentan en el Cuadro 3. Se usó la diferencia entre los contenidos de nitrato y no de amonio, como lo hicieron los autores antes indicados, debido a que los suelos estudiados son altos en materia orgánica (Cuadro 1) y la hidrólisis de ésta resulta en datos variables de amonio. Este problema no afectó a Rudert y Locascio (1979) quienes trabajaron con suelos arenosos que tenían poca materia orgánica.

Los datos del Cuadro 3 indican que la mayor reducción en la nitrificación correspondió, para los suelos Heredia y Cot, a la zona de 2,5 a 12,5 cm, con poco efecto fuera de esta zona. Se estima que esta reducción indica que el DCD se encuentra predominantemente en esta región, o sea, que el inhibidor presenta una movilidad reducida. En el caso del suelo de Las Nubes, la reducción de la nitrificación ocurrió en todos los estratos, lo que sugiere una movilidad mayor del producto. Esta máxima movilidad coincide con la mayor fracción de arena y el menor contenido de materia orgánica que presenta este suelo (Cuadro 1), por lo tanto, resulta evidente que los componentes coloidales de gran superficie, como la materia orgánica y la fracción fina del suelo (arcilla + limo), son los principales responsables de la retención del inhibidor. Resultados similares que señalan una apreciable movilización en un suelo arenoso han sido informados por Rudert y Locascio (1979) en Florida.

Datos no reproducidos en este artículo indicaron que la cantidad de abono aplicado no tuvo

influencia sobre el movimiento del inhibidor aunque sí influyó sobre la movilización del N procedente de abonos como lo mostraron Martínez *et al.* (1987).

Se concluye de estos resultados que el DCD, aún después de un lavado de 50 mm en 2 días, que resulta equivalente a una lluvia fuerte, se encontraba en la zona principal de raíces de muchos cultivos (2,5 a 12,5 cm), como por ejemplo del cafeto, lo que explica los resultados de campo positivos obtenidos anteriormente por Bornemisza (1984; 1986).

Movilidad del DCD en Ultisoles

El movimiento de la DCD en los 3 Ultisoles estudiados se presenta en la Figura 1. Se observa una apreciable diferencia entre los suelos, aunque en todos la mayor concentración del inhibidor se encontró en la zona entre 10 y 15 cm. La difusión del producto y la naturaleza heterogénea interna del suelo, favorecen una "curva de distribución normal", especialmente en el suelo Tuis, el más arcilloso de los estudiados. Una alta proporción de arcilla, aunque sea de mineralogía básicamente caolinítica, como se estima con base en la baja CICE que se indica en el Cuadro 1, presentará una adsorción relativamente "normal" y bien distribuida, como ocurrió para este suelo. El alto contenido de materia orgánica presente en el mismo suelo, refuerza el efecto antes indicado.

El suelo Chitaria el más arenoso de los 3, presentó la distribución menos uniforme, con muy poco DCD en los anillos superiores, pero bastante entre 10 y 25 cm, todavía en la zona radical de la mayoría de las plantas.

Esta observación indica que suelos de textura gruesa están más expuestos a un arrastre de la DCD a mayores profundidades, similarmente a lo que ocurre con los abonos nitrogenados.

El suelo Moravia, cuyos contenidos de materiales coloidales, arcilla y materia orgánica, son intermedios entre los 2 previamente considerados, presentó una retención intermedia.

Estos resultados apoyan la hipótesis que los componentes coloidales del suelo son los principales responsables del movimiento de la DCD.

El desplazamiento promedio del amonio y del nitrato para los 3 suelos y los 3 tratamientos, se presenta en la Figura 2.

Si se observa el desplazamiento del amonio, se nota que la aplicación de urea resulta, por su hidrólisis por la ureasa en el suelo, en un

Cuadro 3. Diferencia promedio en el contenido de nitratos (mg/kg) entre muestras con y sin DCD a diferentes profundidades de los lisímetros, en los 3 Andisoles.

Profundidad cm	Suelo		
	Cot	Heredia	Nubes
	NO ₃ -N (mg/kg)		
0 - 2,5	-8	-13	-17
2,5 - 7,5	-132	-12	-5
7,5 - 12,5	-24	-20	-18
12,5 - 17,5	-2	-3	-14
17,5 - 22,5	0	2	-13

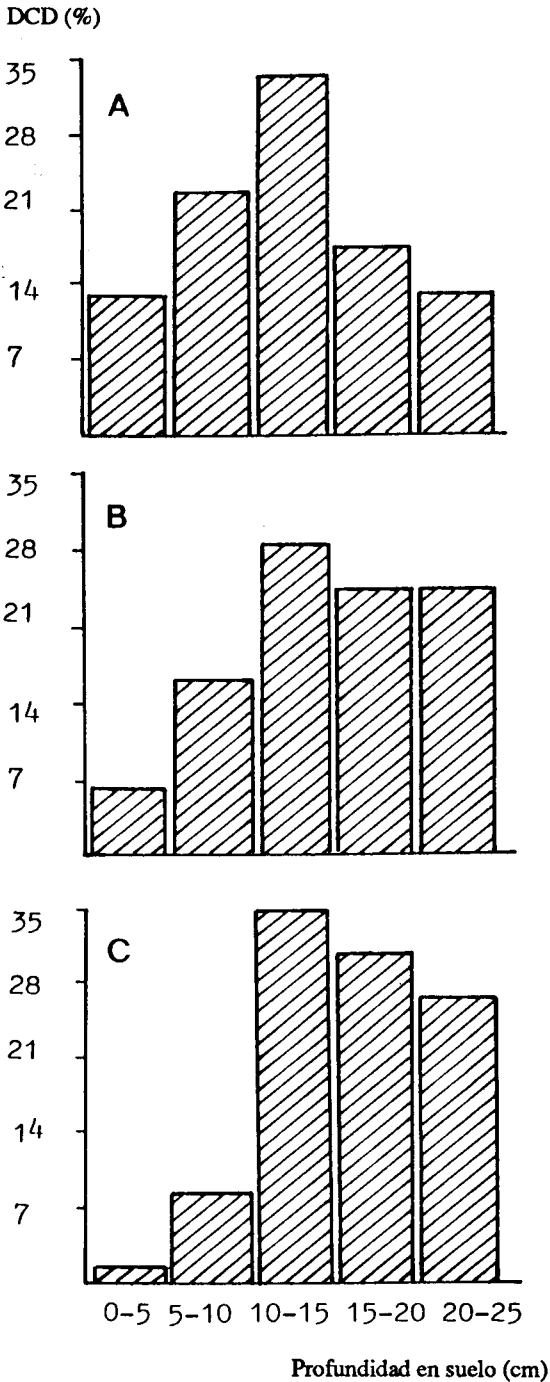


Fig. 1. Distribución porcentual de la DCD a través de una columna de suelo, en tres Ultisoles de la Zona Atlántica de Costa Rica. a) Suelo Tuis, b) Suelo Moravia, c) Suelo Chitaria.

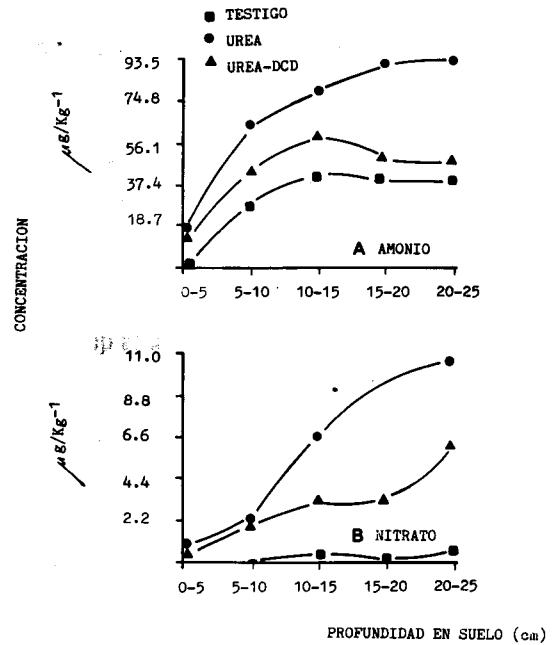


Fig. 2. Distribución en mg/kg de amonio y nitrato a través de una columna de suelo, utilizando tres tratamientos en un Ultisol de Tuis, Turrialba, Costa Rica.

aumento del contenido de este catión sobre el testigo y se nota que los niveles mayores se encuentran entre 10 y 25 cm, que es la región donde hay más DCD también, lo que indica el efecto deseado del inhibidor.

Para el nitrato, se observa que de acuerdo a lo esperado, la presencia de DCD lo redujo, pero que donde no se aplicó el inhibidor en presencia del abono, alcanzó altos valores.

El resultado de este experimento se puede resumir indicando que en condiciones de los 3 Ultisoles examinados, el movimiento de la DCD es comparable al del amonio y así se espera y se obtiene una reducción de la nitrificación y del lavado del N en estos suelos.

RESUMEN

Se estudió en pequeños lisímetros el movimiento del inhibidor de nitrificación dicianhidamida (DCD) y las formas principales de N inorgánico bajo el efecto de un lavado con 100 mm de agua en 3 Andisoles y 3 Ultisoles.

La DCD se determinó indirectamente en los Andisoles y por el método colorimétrico de Vilsmeier en los Ultisoles.

Se observó que el movimiento de la DCD es influido en ambos tipos de suelos más que todo por los componentes coloidales de los mismos, materia orgánica y fracción fina del suelo (arcilla más limo).

Para los Andisoles se estima que la mayor parte del DCD se encontró en la profundidad de 2,5 a 12,5 cm, mientras que en los Ultisoles la mayor concentración correspondía a la capa de 10 a 15 cm, con la excepción del suelo más arenoso, donde el lavado llevó al DCD hasta 25 cm.

El movimiento del amonio fue similar al del inhibidor en condiciones de este estudio.

LITERATURA CITADA

- BOCK, B.R.; LAWRENCE, J.E.; WILLIAMS, H.M. 1981. Relative mobility of dicyandiamide, ammonium and urea by mass flow in soils. *In* Technical Workshop on Dicyandiamide. Proceedings. Muscle Shoals, Alabama, IFDC and SKW Trostberg. p. 25-37.
- BORNEMISZA, E. 1984. Nitrogen loss reduction with a nitrification inhibitor in the wet tropics of Costa Rica. *In* World Fertilizer Congress (9., 1984). Proceedings. Vol. 2, p. 185-187.
- BORNEMISZA, E. 1986. Nitrification retardation studies with dicyandiamide in Costa Rican soils and crops. *In* International Congress of Soil Science Society (13., 1986). p. 688-689.
- BRICEÑO, J.; PACHECO, R. 1984. Métodos analíticos para el estudio de suelos y plantas. San José, Editorial de la Universidad de Costa Rica. 152 p.
- JACKSON, M.L. 1982. Análisis químico de suelos. 4 ed. Barcelona, España, OMEGA. 622 p.
- MARTINEZ, G.; BORNEMISZA, E.; KASS, D.C.L. 1987. El nitrógeno en un sistema maíz-ayote en un Typic Dystropept de Turrialba. I. Comportamiento en el suelo. Turrialba 37(4):331-335.
- RUDERT, B.D.; LOCASCIO, S.J. 1979. Differential mobility of nitrapyrine and ammonium in a sandy soil and its effect on nitropryrin efficiency. *Agronomy Journal* 71:487-489.
- VILSMEYER, K. 1979. Kolorimetrische bestimmung von dicyandiamid in Boden. *Z. Pflanzenernaehr. Bodenkn.* 142:792-798.