

ABONOS NITROGENADOS DE LIBERACION LENTA



José Francisco BALLESTER-OLMOS y ANGUIS
Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias





INDICE

	<u>Págs.</u>
1. LOS FERTILIZANTES DE LIBERACION LENTA	3
2. LOS ABONOS NITROGENADOS DE LIBERACION LENTA.....	5
3. COMPOSICION QUIMICA	5
4. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RITMO DE LIBERACION DEL NITROGENO	9
5. DINAMICA DE LIBERACION DE NUTRIENTES.....	13

Foto portada: La buganvilla cultivada con abonos nitrogenados de liberación lenta.



ABONOS NITROGENADOS DE LIBERACION LENTA

1. LOS FERTILIZANTES DE LIBERACION LENTA

Se emplea esta denominación para hacer referencia a aquellos fertilizantes que ponen sus nutrientes a disposición de las plantas de una forma lenta y durante un período más o menos largo. Dependiendo de la composición química, su estructura y la forma de liberación de sus elementos se clasifican en cuatro grupos: a) orgánicos; b) compuestos poco solubles o de mineralización lenta; c) encapsulados, y d) fertilizantes corrientes con adición de inhibidores de la nitrificación.

La aplicación de abonos convencionales al suelo o en mezcla con substrato da lugar a que las plantas pueden disponer de forma inmediata de la riqueza nutriente aportada. No son infrecuentes las ocasiones en que, por una deficiente aplicación de los fertilizantes corrientes o por un programa irregular de abonado, se produce una sobredosis o consumo demasiado alto en un período de tiempo muy limitado, lo que puede traer consigo afecciones en el sistema radicular, crecimiento irregular de la planta y otros problemas.

Las ventajas que en potencia poseen los abonos de liberación lenta son:

- 1) Mucha mayor eficiencia en el uso de los nutrientes en comparación con los abonos solubles, ya que su disponibilidad se extiende durante un largo período de tiempo.
- 2) Disminución del lavado, de la fijación y de la descomposición, ya que sólo se pone en cada momento a disposición de la

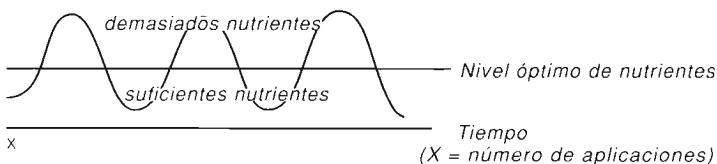


Fig. 1.—Evolución de la riqueza de nutrientes en el suelo con una aplicación inadecuada de fertilizantes convencionales.

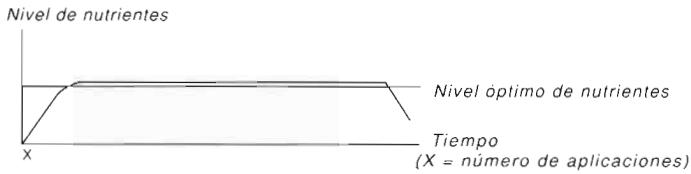


Fig. 2.—Evolución teórica deseada de la riqueza de nutrientes en el suelo con los abonos de liberación lenta.

planta una fracción muy reducida del aporte total, lo que permite, cuanto menos, aminorar el consumo de lujo con los consiguientes beneficios económicos y ecológicos.

3) Se reduce el riesgo de fitotoxicidad o quemado que se produciría con una importante aplicación de abono soluble.

4) Los abonos de liberación lenta pueden dar lugar a un aporte continuo de nutrientes durante un largo período de tiempo, lo que proporciona a la planta un crecimiento más equilibrado y mejor calidad.

5) Las aplicaciones pueden reducirse a una por ciclo de cultivo con el consiguiente ahorro en mano de obra.



Fig. 3.—La multiplicación de plantas aráceas ornamentales requiere una cuidadosa fertilización nitrogenada.



2. LOS ABONOS NITROGENADOS DE LIBERACION LENTA

Los compuestos derivados de la urea han dado lugar a un nuevo tipo de fertilizantes nitrogenados que tienen la cualidad distintiva de ir suministrando nitrógeno a las plantas a medida que éstas lo necesitan. Las plantas cultivadas en general, y especialmente los pastos, césped y plantas ornamentales, requieren para su crecimiento óptimo un nitrógeno suplementario al aportado de fondo y que se ponga a su disposición en forma prolongada y continua. El amplio desarrollo de los fertilizantes de lenta acción que se ha logrado en las dos últimas décadas ha aportado una solución a este problema mediante cuatro tipos de abonos: la urea-formaldehído (UF), la crotonilidendiurea (CDU o Crotodur), la isobutilidendiurea (IBDU o Isodur) y la urea recubierta de azufre (SCU). En este trabajo vamos a ocuparnos primordialmente de los tres primeros, por ser los más conocidos en España.

3. COMPOSICION QUIMICA

3.1. *La urea-formaldehído* es un sólido blanco, granulado, inodoro, con un contenido de nitrógeno de alrededor de un 38 por 100 (por lo menos un 35 por 100), del cual un 1,5 por 100 es nitrógeno ureico. Se produce mediante una condensación controlada de la urea con formaldehído, generándose una mezcla de productos, unos relativamente insolubles (0,1 g/100 ml a 25° C la dimetilentiurea) y otros solubles, como la metilendiurea.

La pequeña cantidad de urea que posee la UF, junto con las formas simples de metileniurea que contiene, proporcionan nitrógeno soluble y disponible para las plantas en forma relativamente rápida. El resto del producto (70 por 100 del N restante) corresponde a la fracción de menor solubilidad, en la que se produce una descomposición muy lenta, por lo que posee el tipo de mineralización más útil.

3.2. *La crotonilidendiurea*, conocida también como CD-urea, CDU o Crotodur, se produce mediante la condensación de



Fig. 4.—La úrea-formaldehído proporciona una pequeña cantidad de nitrógeno soluble y disponible para las plantas en cultivo.



Fig. 5.—El CDU presenta una liberación de nitrógeno bastante regular. En la fotografía se observa un cultivo de *Dieffembachia* con fertilizantes a base de CDU.



la urea con el aldehído crotónico o con acetaldehído. Contiene entre el 28 y el 32,5 por 100 de nitrógeno, del cual el 90 por 100 se encuentra en una forma de lenta liberación y el 10 por 100 restante en forma nítrica. Se formula como polvo fino cristalino e incoloro y posee una baja solubilidad en agua (0,06 g/100 ml a 20° C).

De forma similar a lo que sucede con los abonos a base de urea-formaldehído, las pérdidas por lavado del nitrógeno procedentes del CrotoDur son mucho menores que cuando el N procede de formas minerales y de la urea (fig. 7). En un suelo saturado de agua, las pérdidas de nitrógeno por lavado son del 74 por 100 en el nitrato cálcico, 51 por 100 en sulfato amónico, 47 por 100 en la urea y 14 por 100 en el CrotoDur.

El CDU presenta una liberación de nitrógeno bastante regular, sobre todo comparando con la cinética de otros abonos de liberación lenta, debido a los numerosos mecanismos de liberación que intervienen: hidrólisis de la urea, así como la hidrólisis y degradación microbiana del CDU (fig. 8).

Fig. 6.—Muchos problemas de alta conductividad eléctrica en el sustrato pueden evitarse con un uso racional de los abonos nitrogenados de liberación lenta.



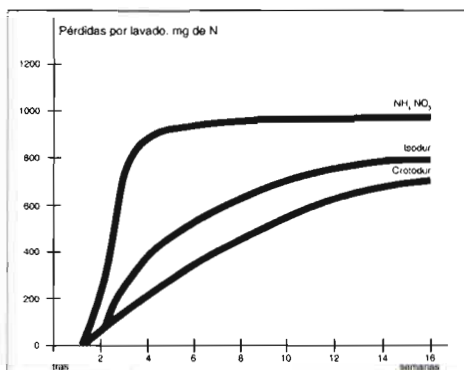


Fig. 7.—Ensayo representativo que muestra el lavado del nitrógeno de varios compuestos.

De experiencias de campo se infiere que pueden aplicarse dosis de Crotodur entre dos y cuatro veces superiores a las toleradas por las plantas para nitrato amónico, sin riesgo de fitotoxicidad. Por tanto, un exceso de abonado con nitrógeno de CDU entraña el peligro de toxicidad por salinidad que se produciría con los abonos tradicionales.

En un mantillo de turba en maceta y con temperaturas estivales (ambiente de 26-30° C y 27-28,5° C en el substrato) las cotas alcanzadas por la conductividad eléctrica (medida de la salinidad) inducida por el CDU son moderadas, lo que representa un buen grado de garantía de éxito en el cultivo. Por otra parte, también se observa que en un período de unos 2,5 meses los valores de la conductividad eléctrica vuelven a ser del orden de los iniciales, lo que nos da cierta indicación de la duración real del efecto del abono (fig. 9).

Fig. 8.—Comparación entre la conductividad (salinidad) producida por un abono convencional, el IBDU y la CDU, a los 80 días en un suelo sin cultivo.

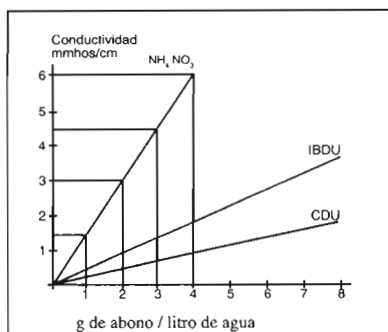
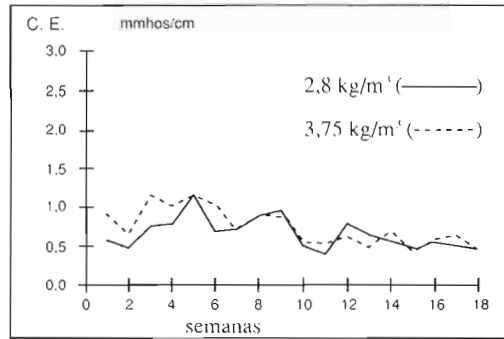




Fig. 9.—Evolución de la conductividad eléctrica en un sustrato turboso-arenoso con dosis diferentes de un abono N-P-K con CDU.



3.3. *La isobutilendiurea* (Isodur o IBDU) es un producto de condensación entre urea y aldehído isobutírico.

Teóricamente el IBDU contiene el 32,2 por 100 de nitrógeno, pero algunos tipos comerciales contienen sólo el 30 por 100. Su nitrógeno posee muy baja solubilidad. Esta se encuentra comprendida en un rango de 0,01 a 0,3 g de N por 100 ml de agua a temperatura ambiente (fig. 7).

4. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RITMO DE LIBERACION DEL NITROGENO

4.1. En el proceso de transformación del nitrógeno a nitritos, en la *urea-formaldehído*, influyen todos los factores que inciden en la actividad microbiológica del suelo:

- a) La elevación de la temperatura.
- b) La humedad del suelo, produciéndose las máximas velocidades de solubilización para un grado de saturación de suelo del 50 por 100.
- c) El pH, siendo ligeramente más rápida la solubilización para pH débilmente ácido (pH = 6,1) que para pH neutro (pH = 7) o ácido (pH = 5).
- d) La actividad microbiana, que aumenta la degradación.
- e) La aireación, que facilita el desarrollo de los microorganismos.

La liberación de los nutrientes en el caso de materiales de baja solubilidad se ve afectada principalmente por el tamaño de las



Fig. 10.—Temperatura, humedad del suelo, pH y actividad microbiana son factores que condicionan la acción de la úrea-formaldehído.

partículas y su dureza. En el caso de la urea-formaldehído la actividad biológica parece ejercer un mayor control sobre la liberación de nutrientes que la granulometría.

Un abono con UF mezclado con nitrógeno amónico o con un abono completo N P K estimula la conversión de urea-formaldehído en nitrato. La máxima conversión del nitrógeno de la UF en N nítrico se produce en condiciones de campo cuando hay presentes cantidades adecuadas de fósforo y potasio; sin embargo, cuando los niveles de P y K son limitados, la tasa de liberación disminuye sensiblemente.

Un contenido en humedad del 50 por 100 en el suelo, lo cual es generalmente lo más adecuado para los cultivos, parece favorecer la nitrificación de la UF. Tanto en condiciones de saturación como de falta de humedad este proceso se lleva a cabo con inferiores intensidades.

En los viveros con cultivo en maceta o bassetas se debe evitar la utilización de sustratos fertilizados con UF y dejados en almacén por largo tiempo, así como su mezcla con otros sustratos recién preparados y fertilizados con UF, puesto que a la hora de



su uso puede haberse dado una evolución del abono de liberación lenta produciéndose un exceso de nitratos que aumente la salinidad del suelo.

4.2. La liberación de nitrógeno nítrico a partir de la *crotonilidendiurea* en el suelo se produce mediante degradación por bacterias y hongos. Asimismo, como en el caso de la urea-formaldehído, la tasa de liberación está inversamente relacionada con el pH del sustrato. No obstante, los factores humedad y temperatura influyen en mayor grado que la acidez.

El hecho de que a valores de pH bajos el Crotdur tenga una lenta liberación lo ha hecho recomendable para abonado de fondo de **substratos turbosos** o **mantillosos**. En este aspecto, se ha observado que durante las seis primeras semanas se libera muy poco nitrógeno si el pH está en torno a 6,0.

Como se aprecia en la figura 12, es de destacar la influencia de la temperatura en la dinámica química del CDU.



Fig. 11.—Los abonos nitrogenados de liberación lenta son un elemento útil en la producción de plantas de flor cultivadas en maceta.

La textura del suelo también tiene una clara influencia en la liberación del nitrógeno a partir de la CDU.

Por otra parte, la baja solubilidad que posee el Crotdur a temperaturas comprendidas entre 25 y 70° C es una característica favorable tanto para la conservación de abonos que contengan CDU como para la distribución de estos fertilizantes.

El efecto del Crotdur en suelos activos y trabajados, cuya vida microbiana es mayor, quedará lógicamente favorecido por condiciones de humedad y temperaturas adecuadas, pasando más rápidamente a formas nitrogenadas asimilables por la planta que en suelos inactivos.

Por otra parte, la reducción del tamaño de las partículas del abono también aumenta el grado de mineralización. Tanto en CDU como IBDU (fig. 13).

A medida que aumenta la humedad del suelo se incrementa la velocidad de mineralización del Crotdur y del Isodur, disminuyendo cuando el suelo contiene humedad por encima del 80 por 100 de la capacidad de campo, o bien por debajo del 40 por 100.

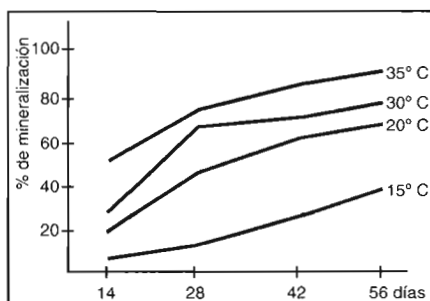
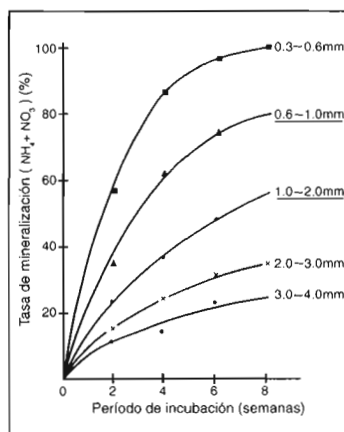


Fig. 13.—Influencia de la dimensión de las partículas en la mineralización del IBDU. (Temperatura: 20° C. Humedad: 60 por 100 de la capacidad del campo. Cantidad de N añadido: 50 mg de N por 100 gr de suelo seco. Subrayado: granulometrías más comunes para sustratos.)

Fig. 12.—Mineralización de la CDU dependiendo de la temperatura del suelo.





Así, bajo condiciones desfavorables, como en campos de arroz inundados, la mineralización se desarrolla lentamente.

4.3. Las plantas son capaces de utilizar el IBDU de la forma más efectiva a valores de pH entre 5,5 y 6,5. A pH menor de 5 el Isodur se descompone más rápidamente que el CrotoDur. En substratos con marcada acidez es por ello preferible emplear el CrotoDur o bien reducir a la mitad la dosis de los abonos que contienen Isodur.

En el caso del IBDU, un aumento de temperatura de 10° C a 30° C provoca en dos meses un aumento de más del doble en la tasa de mineralización, con los consiguientes riesgos de salinidad si no se da al cultivo las características apropiadas (fig. 18).

5. DINAMICA DE LIBERACION DE NUTRIENTES

5.1. La *urea-formaldehído*, tras ser incorporada al suelo, evoluciona a productos más sencillos y solubles en el agua del suelo que se transforman por acción de las bacterias en amonio y finalmente en nitrato. El ritmo de este proceso de nitrificación es inferior al que se da en la urea, por lo cual las pérdidas de nitrógeno por lavado son pequeñas (tabla I).

Tabla I. NITRIFICACION EN VARIOS TIPOS DE ABONOS

Fuente de nitrógeno	% de nitrógeno total nitrificado			
	3 semanas	6 semanas	12 semanas	26 semanas
Sulfato amónico	86,0	83,0	81,0	82,0
Urea	60,0	79,0	77,0	78,0
Ureaform (IA 60)	16,0	32,0	39,0	60,0

En un suelo limo-arenoso todo el nitrógeno procedente del sulfato amónico y la urea se nitrifica en menos de 50 días después de la aplicación, mientras que la mitad del nitrógeno procedente de la urea-formaldehído permanece en la zona de aplicación 120 días después del abonado. Por otra parte, el contenido de nitrógeno liberado en el suelo a lo largo de siete semanas es



Fig. 14.—Los abonos de liberación lenta constituyen una mejora tecnológica en la producción viverística de plantas forestales.



Fig. 15.—Las pérdidas de nitrógeno en los cultivos ornamentales al aire libre pueden evitarse con un buen uso de los abonos de liberación lenta.



Fig. 16.—El uso de los abonos de liberación lenta trae consigo un ahorro de mano de obra en los cultivos ornamentales.



Fig. 17.—Para los helechos jóvenes procedentes de cultivo de tejidos es necesaria una fertilización moderada y equilibrada.

del 98 por 100 para la urea, 73 por 100 para Crotodur, 72 por 100 para Isodur y 38 por 100 para la urea-formaldehído.

Los abonos complejos con nitrógeno en forma de urea-formaldehído utilizados en condiciones de verano (26-30° C en ambiente y 27-28,5° C en el sustrato) a dosis de 3 kg/m³, dan lugar a una cesión de nitrógeno que es ascendente en los dos primeros meses y descendente en los dos segundos (fig. 19).

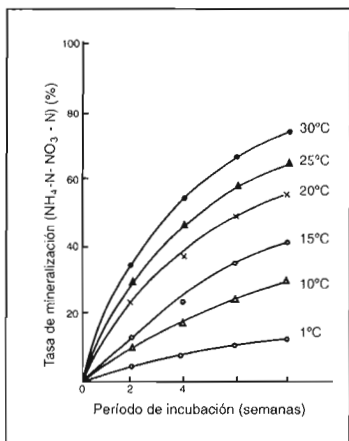
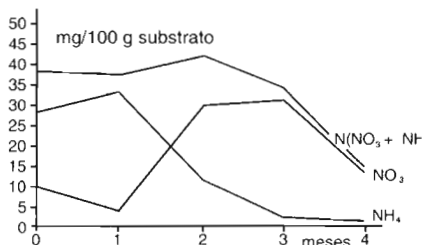


Fig. 18.—Influencia de la temperatura del suelo en la mineralización de las partículas del IBDU de 1-2 mm. (Humedad: 60 por 100 de la capacidad de campo. Cantidad de N añadido: 50 mg N/100 gr de suelo seco. pH del suelo: 6.0.)

Fig. 19.—Liberación del nitrógeno de la urea-formaldehído. (Dosis: 3 kg/m³.)



Es importante conocer la influencia del abono de liberación lenta sobre la evolución de la conductividad eléctrica (salinidad) del sustrato para poder hacer una correcta elección del fertilizante en función del período del año de que se trate y la sensibilidad a la salinidad de la especie vegetal a cultivar.



A una temperatura ambiente de 26-30° C se produce una moderada oscilación de la conductividad eléctrica en el caso del substrato fertilizado con urea-formaldehído. A dichas temperaturas, en los fertilizantes con UF el nivel de conductividad eléctrica en el mantillo abonado con ellos vuelve a ser el inicial al cabo de unas 9-10 semanas, de donde se puede deducir una aproximación a la duración del efecto de estos fertilizantes (fig. 20).

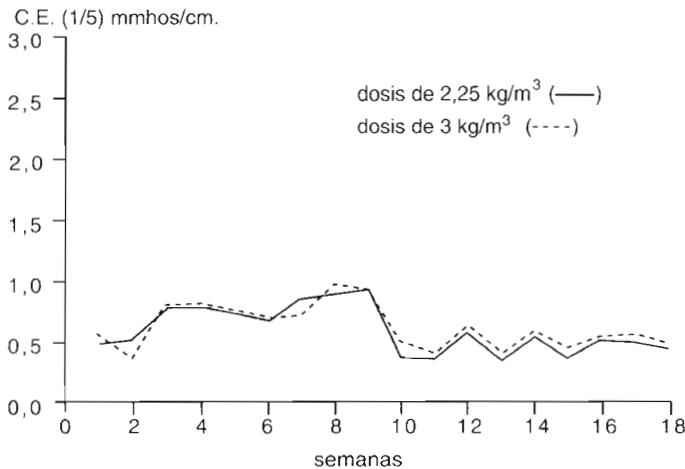


Fig. 20.—Evolución de la conductividad eléctrica de un substrato compuesto de turba y arena (1:1) abonado con dos dosis de urea-formaldehído (450 y 600 g N/m³).

5.2. El ritmo de liberación del nitrógeno de la *crotinilidendiurea* (CDU) en condiciones climáticas de verano (26-30° C en el ambiente y 27-28,5° C en el substrato) durante un período de cuatro meses, empleando una dosis de 450 g de N por m³ es relativamente constante, oscilando entre un valor inicial de 43,1 mg/100 g de suelo, un máximo de 53,2 y llegando a 21,3 a los cuatro meses (fig. 23).

También se aprecia en los tres primeros meses una disminución paulatina de nitrógeno amónico, simultánea con un ascenso del mismo grado en la riqueza de nitratos, debidos ambos fenómenos a la nitrificación.



Fig. 21.—En el comienzo del enraizamiento de las plantas recién enmacetadas las raíces no deben encontrarse con un alto contenido en abono disponible.



Fig. 22.—Las azaleas son plantas muy sensibles a la salinidad. Su abonado de fondo, así como el de mantenimiento, deben ser homogéneos y cuidadosos.

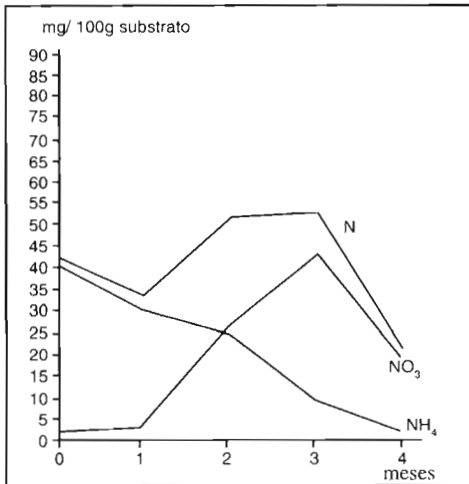


Fig. 23.—Liberación de nitrógeno nítrico y nitrógeno amoniacal del CDU a dosis de 450 g N/m³ a lo largo del tiempo.



Fig. 24.—El cultivo en bandejas de alveolos admite la utilización de abonos de liberación lenta.

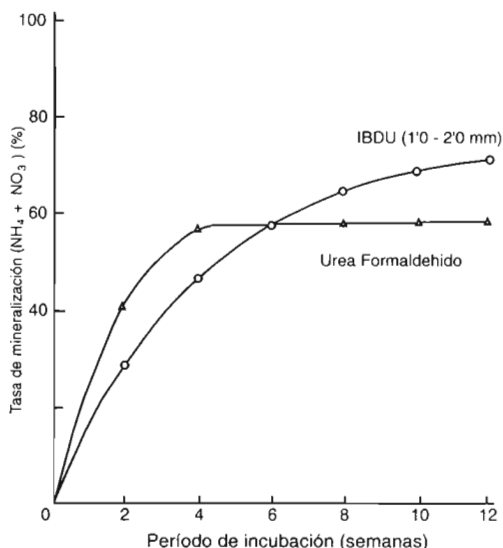


Fig. 25.—Mineralización del IBDU (1-2 mm de granulometría) en comparación con la de urea-formaldehído. (Temperatura: 25° C. Humedad: 60 por 100 de la capacidad máxima de retención de agua. Cantidad de N añadido: 50 mg de N por 100 gr de suelo seco.)

5.3. En la figura 8 se observa la influencia del IBDU sobre la conductividad eléctrica del suelo, en comparación con la originada por el CDU y el nitrato amónico. El peligro de salinidad generado por dosis altas de IBDU es pequeño, como ha quedado dicho y se constata en la figura, aunque no llega a la inocuidad del CDU.



MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACION

INSTITUTO NACIONAL DE REFORMA Y DESARROLLO AGRARIO

DIRECCION GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS Y COOPERACION

Corazón de María, 8 - 28002-Madrid