

# EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON UREA RECUBIERTA CON ÁCIDO HÚMICO EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea maíz L.*) Y EN EL CULTIVO DEL ARROZ (*Oryza sativa L.*)

Mauro A. Albarracin C.

Facultad de Agronomía UCV. Maracay. [mauro.albarracin@gmail.com](mailto:mauro.albarracin@gmail.com)

## RESUMEN

Para evaluar el efecto de recubrir urea con ácido húmico (URAH) se realizó un ensayo con maíz en el campo experimental de la FAGRO-UCV Maracay, Aragua y otro con arroz en la Agropecuaria Mediecito, municipio Páez, estado Portuguesa. En ambos cultivos se utilizó un diseño de bloques al azar, con 5 tratamientos, 4 réplicas. Los tratamientos evaluados fueron: URAH a 67,5 90,0 y 112,5,0 kg N.ha<sup>-1</sup> y Urea (U) a 92,0 kg N.ha<sup>-1</sup> y un testigo absoluto. Con URAH a 112,5 y 90 kg N.ha<sup>-1</sup> se obtuvo 26 y 16% mayor área foliar de maíz y 11,6 y 13,3% mayor peso seco de mazorca, respectivamente, que con 92 Kg N ha<sup>-1</sup> de U; además, con esas dosis de URAH se obtuvo mayor número de macollos y altura de planta de arroz y un 13 y 7% mayor peso fresco y 33 y 17% mayor peso seco de planta y un 2,9 y 2,4% mayor rendimiento de arroz, respectivamente, que el tratamiento con U.

**Palabras clave:** acido húmico, arroz, maíz, urea recubierta

## INTRODUCCION

Varias técnicas han sido utilizadas para reducir las pérdidas de nitrógeno, de los fertilizantes nitrogenados, cuando son aplicados sobre la superficie del suelo. Entre las más comunes están los productos de liberación lenta como el metilen-urea, la urea formaldehído, la isobutiliden urea (IBDU); los productos de liberación controlada como la urea recubierta con azufre (SCU) o polímeros y el nitrógeno estabilizado como la urea con inhibidores de la ureasa o de la nitrificación.

Algunos materiales utilizados para mejorar la eficiencia de la urea ha sido la zeolita. **Latifah et. al.**, (2011) encontraron que las mezclas de urea con zeolita o agua de turbera redujeron la pérdida de amonio entre 25 y 38% comparada con la urea sola. Todas las mezclas incrementaron significativamente el amoníaco y nitrógeno intercambiable en el suelo. Ellos concluyen que es posible mejorar la eficiencia de la urea aplicada a la superficie por adicionar zeolita y agua de turberas. En otro trabajo **Ahmed et. al.**, (2010) encontraron que las mezclas de urea con zeolita y suelo sulfato ácido minimizaron la pérdida de amoníaco de 6 a 15 % respecto a la urea sola además incrementaron significativamente el amonio intercambiable y el nitrato disponible en el suelo comparado con la urea sin aditivos. El incremento en la formación de amonio en lugar de amoníaco y la disminución temporal del pH retardó la hidrólisis de la urea en el micrositio inmediato alrededor del fertilizante.

El uso de acido húmico, acido fúlvico o acido húmico y fúlvico han reducido significativamente la volatilización del amonio. **Rosliza et. al.**, (2009a) encontraron que las mezclas de urea-superfosfato triple (SFT)-fosfato monoamónico (FMA)-ácido húmico(AH), urea-SFT-FMA, urea-SFT-FMA-acido fúlvico(AF) y urea-SFT-FMA-acidificado con AH+AF redujeron las pérdidas de amonio en 12,9, 20,1, 29,5 y 100% al

comparase con la urea sola, esta observación también fue hecha para el amonio intercambiable en suelo. Solo los tratamientos, urea-SFT-FMA-AF y urea-SFT-FMA-acidificado con AH+AF retuvieron significativamente la acumulación del nitrato disponible. Ellos concluyeron que sus hallazgos podrían contribuir a mejorar la eficiencia de uso del nitrógeno, fósforo y potasio así como a reducir la contaminación ambiental

En otro trabajo **Rosliza et. al.**, (2009b) encontraron que enmendar la urea con húmico(AH) no fue efectivo en controlar la volatilización del amoníaco aunque la retención del amonio fue significativamente mayor comparada con la urea sola. El ácido fúlvico (AF) redujo la volatilización del amonio en 50% comparada con la urea sola y produjo una mayor retención del amonio intercambiable y nitrato disponible; sin embargo, cuando se uso el AH +AF fue mayor la acumulación de amonio y nitrato, la pérdida fue reducida por una mayor retención de amonio y nitrato en el suelo. Resultados similares fueron obtenidos por **Susilawati et. al.**, (2009) utilizando fertilizantes nitrogenados orgánicos líquidos en un suelo ácido, el AH fue más efectivo en controlar la pérdida de amoníaco, el uso de AF+AH promovió la retención del amonio. Ellos concluyeron que las sustancias húmicas tienen gran capacidad en controlar las pérdidas de amoníaco y retener el amonio.

La siguiente investigación se realizó con la finalidad de evaluar el efecto del uso de urea recubierta con ácido húmico como fertilizante nitrogenado en los cultivos de maíz y arroz.

## MATERIALES Y METODOS

Se utilizó el híbrido HIMECA 3000 de maíz sembrado entre junio y agosto de 2009 en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía Maracay, Edo. Aragua (suelo con pH 6,3, franco arenoso, 2,22% de materia orgánica, 0,112 % de nitrógeno, 41 mg kg<sup>-1</sup> de fósforo y 70 mg kg<sup>-1</sup> de potasio). La siembra se realizó en hileras a 90 cm entre ellas y 15 cm entre planta a dos semillas por punto para luego ralea a los 10 días dejando una planta por punto. En el caso del arroz se utilizó el cultivar “Oriza” sembrado entre mayo y septiembre de 2009 en la Agropecuaria Mediecito, sector Mediecito, parroquia Payara, municipio Páez, estado Portuguesa (suelo con pH 7,5, franco arcillo limoso, 4,16% de materia orgánica, 69 mg kg<sup>-1</sup> de fósforo y 120 mg kg<sup>-1</sup> de potasio. la siembra se realizó a razón de 140 kg ha<sup>-1</sup> sembrado al voleo. Se evaluaron tanto en maíz como en arroz las siguientes dosis de nitrógeno proveniente de urea recubierta con ácido húmico (URAH): 67,5, 90,0 y 112,5 kg N ha<sup>-1</sup>, Urea sin recubrir (U) 92,0 kg de N ha<sup>-1</sup> y un testigo absoluto. Se utilizó ácido húmico de origen fluvial (Angostura Humics C.A.) con pH 3 para recubrir la urea (urea granulada, PEQUIVEN) con un 2% p/p de AH, lo que dio una composición para la URAH de 45% de nitrógeno y 2% de ácidos húmicos. Los tratamientos fueron distribuidos en diseño bloques completos al azar con cuatro (4) replicas.

La aplicación de los tratamientos se realizó a los 15 días después de la siembra, en bandas en maíz y al voleo en el arroz, un reabono con 23 kg N ha<sup>-1</sup> se realizó a los 30 días. Durante el desarrollo del cultivo se hicieron las labores usuales de los cultivos en cuanto a control de plagas y riego.

En el cultivo del maíz se evaluó la altura del tallo a 10 plantas por tratamiento a los 15, 30, 45 días después de la siembra, peso fresco y seco de 10 plantas por tratamiento a los 70 días, número de hojas, diámetro del primer nudo del tallo arriba del nivel del suelo, diámetro de la mazorca y área foliar por planta de diez plantas a los 70 días. Al área foliar se calculó mediante la fórmula  $AF = L \times A \times 0,75$  donde L = largo máximo y A = ancho máximo (Montgomery, 1911 citado por Camacho *et.al.*, 1995.)

En el cultivo de arroz se contó el número de macollos por planta y la altura del tallo en 20 macollas por tratamiento a los 30, 45 y 60 días después de la siembra. Al momento de la cosecha se determinó el peso fresco y seco de 5 plantas por tratamiento y se determinó el rendimiento.

Los resultados de campo se analizaron mediante el programa estadístico Statistix en ambiente Windows y para todas las variables se verificó el cumplimiento de los supuestos del ANAVAR. Las medias fueron separadas a través de la prueba de la mínima diferencia significativa LSD ( $P \leq 0,05$ ), en algunos casos se utilizó la prueba de Scheffé, y la prueba no paramétrica de Friedman, cuando no se cumplieron los supuestos del ANAVAR.

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Cultivo de maíz.** No se encontró efectos de los tratamientos sobre la altura de planta a los quince (15) y cuarenta y cinco días (45) días. A los treinta (30) días los tratamientos con la dosis media y alta URAH fueron estadísticamente iguales al tratamiento con U. A los setenta (70) días el tratamiento con U presentó la mayor altura a la inserción de la mazorca, aunque fue estadísticamente igual a las dosis media y alta URAH y se diferenciaron de la dosis baja de URAH y del testigo absoluto que presentaron la menor altura (cuadro 1)

Cuadro 1. Efecto de los tratamientos con URAH sobre la altura de planta de maíz a los 15, 30 y 45 días y altura a la inserción de la mazorca (AIM) a los 70 días.

Tratamientos	Altura de planta (cm)			AIM (cm)	
	15 días	30 días	45 días	70 días	
URAH 112,5 Kg N.ha <sup>1</sup>	59,0	143,0 A	187,5	111,9	AB
URAH 90,0 Kg N.ha <sup>1</sup>	58,5	140,7 A	198,8	112,8	AB
U 92,0 Kg N.ha <sup>1</sup>	59,2	140,5 A	205,3	116,0	A
URAH 67,5 Kg N.ha <sup>1</sup>	58,8	132,1 AB	187,5	100,4	BC
Testigo absoluto	57,7	127,2 B	182,8	98,0	C
C.V.	7,49	5,5	6,29	8,10	

\*En cada fecha, letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos según la prueba LSD ( $P \leq 0,05$ )

El análisis de la varianza mostró efectos altamente significativos entre los tratamientos sobre el número de hojas. La prueba de medias indicó que el testigo absoluto tuvo el menor número de hojas y fue estadísticamente diferente a los tratamientos con URAH y urea, los primeros fueron iguales entre sí (cuadro 2). Con respecto al diámetro del primer nudo arriba del nivel del suelo el análisis de varianza mostro efectos de los tratamientos ( $P \leq 0,10$ ), los tratamientos con fertilizante nitrogenado fueron iguales entre sí, sin embargo la dosis alta de URAH formó un grupo junto con la urea y el testigo absoluto con los menores valores de diámetro del nudo.

El análisis de varianza para el diámetro de la mazorca (cm) mostró efectos altamente significativos entre tratamientos ( $P \leq 0,01$ ). La prueba de medias LSD ( $P \leq 0,05$ ) indicó que los tratamientos con fertilizantes nitrogenados fueron estadísticamente iguales entre si y diferentes del testigo absoluto.

El ANAVAR mostró efectos altamente significativos ( $P \leq 0,01$ ) de los tratamientos sobre el área foliar por planta. La prueba de medias LSD ( $P \leq 0,05$ ) indicó que las dosis 112,5 y 90,0 de N.ha<sup>1</sup> con URAH tuvieron los mayores valores de área foliar (cm<sup>2</sup>); con 51 y 39%

mayor área foliar que el testigo absoluto, respectivamente; y fueron estadísticamente iguales. Por otra parte el tratamiento U (92 kg N.ha<sup>-1</sup>) fue estadísticamente igual al testigo absoluto y presentaron los menores valores de área foliar. La dosis 112,5 y 90,0 kg N.ha<sup>-1</sup> de URAH presentaron un área foliar que fue un 26,5 y 16,0 % mayor que el tratamiento U (92 kg de N ha<sup>-1</sup>) (cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de los tratamientos sobre el número de hojas, diámetro del primer nudo(DN), diámetro de mazorca (DM) y área foliar (AF) a los 70 días (cm<sup>2</sup>) por planta

Tratamientos	N° de hojas	DN (cm)	DM (cm)	AF (cm <sup>2</sup> )
URAH 112,5 kg N.ha <sup>-1</sup>	12,5 A	2,28 AB	5,58 A	6.946,7 A
URAH 90,0 kg N.ha <sup>-1</sup>	11,9 A	2,43 A	5,37 A	6.385,3 AB
URAH 67,5 kg N.ha <sup>-1</sup>	12,2 A	2,33 A	5,32 A	5.696,8 B
U 92,0 kg N.ha <sup>-1</sup>	11,9 A	2,18 AB	5,33 A	5.491,4 BC
Testigo absoluto	10,3 B	1,91 B	4,46 B	4.591,4 C
C.V.	5,75	10,88	5,66	9,24

<sup>1</sup> Tratamientos con letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos según la prueba LSD (P ≤ 0,05)

El ANAVAR del peso fresco por planta mostró efectos altamente significativos de los tratamientos. La prueba de medias LSD (P≤0,05) indicó que el mayor peso fresco por planta lo presentaron las tres dosis de URAH, las cuales fueron iguales entre si, el testigo absoluto presentó el menor valor de peso fresco. Cabe señalar que la dosis media de URAH 90,0 kg N.ha<sup>-1</sup> equivalente en nitrógeno por ha al tratamiento U, presentó un 19% mayor peso fresco que del tratamiento U; demostrando así, una mayor eficiencia de uso del nitrógeno (cuadro 3)

El ANAVAR del peso seco por planta mostró efectos de los tratamientos altamente significativos. La prueba LSD (P≤0,05) mostró que el mayor peso seco lo presentaron los tratamientos URAH, los cuales fueron iguales entre si, el testigo absoluto fue diferente de todos y presentó el menor peso seco por planta. El tratamiento URAH 90,0 kg N.ha<sup>-1</sup> presentó el mayor peso seco, este fue 13.8 % mayor que el tratamiento U que fue equivalente en la cantidad de nitrógeno por ha (cuadro 3)

Al analizar el peso seco de mazorca El ANAVAR dio efectos de los tratamientos altamente significativos. La prueba de medias LSD (P≤0,05) mostró que todos los tratamientos fertilizantes fueron estadísticamente iguales entre si y diferentes del testigo absoluto.

Cuadro 3. Efecto de los tratamientos sobre peso fresco (PF) y seco (PS) por planta y peso seco de mazorca (PSM) del maíz a los setenta días.

Tratamientos	PF (g. planta <sup>-1</sup> )	PS (g.planta <sup>-1</sup> )	PSM (g.mazorca <sup>-1</sup> )
URAH 112,5 kg N.ha <sup>-1</sup>	967,5 AB	236,9 AB	83,49 A
URAH 90,0 kg N.ha <sup>-1</sup>	977,5 A	245,6 A	84,75 A
URAH 67,5 kg N.ha <sup>-1</sup>	858,7 AB	218,9 AB	80,19 A
U 92,5 kg N.ha <sup>-1</sup>	820,0 B	216,0 B	74,75 A
Testigo absoluto	535,0 C	138,0 C	40,06 B
C.V.	11,67	9,11	10,89

<sup>1</sup> Tratamientos con letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos según la prueba LSD (P ≤ 0,05)

**Cultivo de arroz.** No se encontró efecto de los tratamientos con fertilizante sobre el número de macollos por planta a los 30, 45 y 60 días ni para la altura de planta a los 30, 40 y 60 días después de la siembra, estos fueron iguales entre si y diferentes del testigo absoluto que presento el menor número de macollos y la menor altura (Cuadro 4 y 5).

La dosis 112,5 y 90,0 kg N.ha<sup>1</sup> alta de URAH produjo un 13 y 7 % más peso fresco y un 33 y 17 % mayor peso seco y un 2,4 y 2,9% mayor rendimiento estimado por hectárea de arroz paddy que el tratamiento U, el cual tuvo un peso fresco, peso seco y rendimiento que fue estadísticamente igual al testigo absoluto (cuadro 6)

Cuadro 4. Efecto de los tratamientos sobre el número de macollos por planta de arroz a los 30, 45 y 60 días después de la siembra

Tratamientos	Número de macollos por planta		
	30 días	40 días	60 días
URAH 112,5 kg N.ha <sup>-1</sup>	3,28 A	6,13 A	7,21 A
URAH 90,0 kg N.ha <sup>-1</sup>	2,84 AB	6,09 A	7,10 A
U 92,5 kg N.ha <sup>-1</sup>	2,75 AB	5,59 AB	6,38 AB
URAH 67,5 kg N.ha <sup>-1</sup>	2,60 AB	5,16 AB	6,41 AB
Testigo absoluto	2,30 C	4,18 B	5,49 B
$\chi^2$ *	0,01	0,02	0,00

\*Prueba de FRIEDMAN ( $P \leq 0,05$ ); Tratamientos con letra iguales son estadísticamente similares según la prueba no paramétrica de comparación de rangos múltiples ( $P \leq 0,05$ )

Cuadro 5. Efecto de los tratamientos sobre la altura de planta de arroz a los 30, 45 y 60 días después de la siembra

Tratamientos	Altura de planta (cm)		
	30 días	40 días	60 días
URAH 90,0 kg N.ha <sup>-1</sup>	35,33 A	55,26 A	66,00 A
URAH 112,5 kg N.ha <sup>-1</sup>	35,25 A	55,31 A	66,23 A
U 92,5 kg N.ha <sup>-1</sup>	34,14 AB	53,61 AB	64,49 AB
URAH 67,5 kg N.ha <sup>-1</sup>	33,00 AB	52,73 AB	64,09 AB
Testigo absoluto	29,70 B	51,75 B	61,39 B
$\chi^2$ *	0,03	0,02	0,00

\*Prueba de FRIEDMAN ( $P \leq 0,05$ ); Tratamientos con letra iguales son estadísticamente similares según la prueba no paramétrica de comparación de rangos múltiples ( $P \leq 0,05$ )

Cuadro 6. Efecto de los tratamientos sobre el peso fresco y seco (g) por cinco plantas y rendimiento estimado de arroz paddy en kg ha<sup>-1</sup>

Tratamientos	Peso Fresco		Peso seco		Rendimiento estimado	
	g	%	g	%	kg ha <sup>-1</sup>	%
URAH 112,5 kg N.ha <sup>-1</sup>	13,02 A	113	3,93 A	133	3.618 A	102,9
URAH 90,0 kg N.ha <sup>-1</sup>	12,31 A	107	3,45 AB	117	3.600 A	102,4
U 92 kg N.ha <sup>-1</sup>	11,43 AB	100	2,94 AB	100	3.513 AB	100,0
URAH 67,5 kg N.ha <sup>-1</sup>	10,23 AB		2,91 AB		3.200 AB	
Testigo absoluto	8,21 B		1,83 B		2.963 B	
X <sup>2</sup> *	0,00		0,03		0,01	

\*Prueba de FRIEDMAN ( $P \leq 0,05$ ); Tratamientos con letra iguales son estadísticamente similares según la prueba no paramétrica de comparación de rangos múltiples ( $P \leq 0,05$ )

### CONCLUSIONES

Las dosis de 112,5 y 90 kg N.ha<sup>-1</sup> de URAH presentaron la mayor área foliar de maíz a los setenta días

Las dosis de 112,5 y 90 kg N.ha<sup>-1</sup> de URAH presentaron el mayor peso seco de mazorca a los setenta días.

En arroz dosis 112,5 y 90 kg N.ha<sup>-1</sup> de URAH produjeron el mayor número de macollos por planta a los 45 y 60 días y la mayor altura de planta a los 30, 40 y 60 días de la siembra El tratamiento con 112,5 Kg N ha<sup>-1</sup> de URAH produjo en arroz el mayor peso fresco y seco de macollos y rendimiento estimado de arroz paddy.

### BIBLIOGRAFIA

- AHMED, O. H., C. H. BRAINE YAP AND A. M. NIK MUHAMAD. 2010. Minimizing ammonia loss from urea through mixing with zeolite and acid sulphate soil. International Journal of the Physical Sciences Vol. 5(14), pp. 2198 -2202.
- CAMACHO, R.G., O. GARRIDO y M.G. LIMA. 1995. caracterización de nueve genotipos de maíz (*Zea mays* l.) en relación a área foliar y coeficiente de extinción de luz. Sci. Agric., Piracicaba 52(2):294-298
- LATIFAH, O., O.H. AHMED AND A. M. NIK MUHAMAD. 2011. Ammonia loss, ammonium and nitrate accumulation from mixing urea with zeolite and peat soil water under waterlogged condition. Afr. J. Biotechnol. Vol. 10(17): 3365-3369
- ROSLIZA, S. O.H. AHMED AND NIK M. AB. MAJID. 2009A. Controlling Ammonia Volatilization by Mixing Urea with Humic Acid, Fulvic Acid, Triple Superphosphate and Muriate of Potash. Am. J. Environ. Sci. 5 (5): 605-609.
- ROSLIZA, S., O.H. AHMED, NIK M. AB. MAJID AND B.J. MOHAMADU. 2009b. Reduction of Ammonia Volatilization through Mixing Urea with Humic and Fulvic Acids isolated from Palm Oil Mill Effluent Sludge Am. J. Environ. Sci. 5 (3): 382-386,
- SUSILAWATI KASIM, OSUMANU HARUNA AHMED, NIK MUHAMAD AB. MAJID, MOHD KHANIF YUSOP AND MOHAMADU BOYIE JALLOH. 2009. Reduction of Ammonia Loss by Mixing Urea with Liquid Humic and Fulvic Acids Isolated from Tropical Peat Soil. Am. J. Agric. and Biol. Sci. 4 (1): 18-23