

# INFORMACIONES AGRONOMICAS



INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FOSFORO  
POTASH AND PHOSPHATE INSTITUTE

Nº 13

OCTUBRE 1993

## CONTENIDO

	Página
Fertilización potásica del melón en Costa Rica	1
Efecto de la nutrición con la mezcla amonio/nitrato en el mejoramiento de la producción de maíz	7
Avances y tendencias en las técnicas de fertilización (Parte II)	11
Simposio internacional sobre plantío directo (Labranza Cero) en sistemas sustentables	16
Se publicó la quinta edición de "Soil Fertility & Fertilizers"	17
Reporte de investigación reciente	17
Cursos y Simposios	19
Publicaciones de INPOFOS	20

Editor: Dr. José Espinosa

## FERTILIZACION POTASICA DEL MELON EN COSTA RICA\*

### INTRODUCCION

El cultivo del melón se ha incrementado en los últimos años en Costa Rica debido a su gran potencial como producto de exportación. En la provincia de Guanacaste existen condiciones de clima y suelos ideales para su producción, sin embargo, no hay suficiente información local sobre las prácticas de cultivo y en especial sobre las necesidades nutricionales de la planta.

El K es un elemento esencial en la nutrición del melón, constituyendo el nutrimento que se encuentra en mayor cantidad en el fruto; su efecto se manifiesta en un incremento en el peso y tamaño de los frutos y en la acumulación de azúcares (Belfort et al., 1986).

Las recomendaciones de fertilización potásica encontradas en la literatura son muy variadas. En Florida se aplican 140-209 kg K<sub>2</sub>O/ha con buen éxito (Csizinsky et al., 1987), en tanto que en California se ha obtenido altos rendimientos con una dosis de 35 kg K<sub>2</sub>O/ha (Kasmirc, 1981). Lorenz y Maynard (1988) sugieren el uso de 50-150 kg K<sub>2</sub>O/ha. Ríos (1968) encontró un efecto positivo en el rendimiento con la aplicación de 40 kg K<sub>2</sub>O/ha en México. En ensayos realizados en la India, la respuesta al K ha sido baja, oscilando en un rango de 37 a 60 kg K<sub>2</sub>O/ha (Srinivas y Prabhakar, 1984; Randhawa et al., 1981; Singh y Chhonkar, 1981; Prabhakar et al., 1985).

\* Tomado de: Molina, E., R. Salas, I. Martínez, G. Cabalceta y E. Cabalceta. 1992. Fertilización potásica del melón (*Cucumis melo* L. cv. Honey Dew) en Guanacaste, Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 16:(1)107:113

En Costa Rica, sólo se ha realizado un trabajo de investigación sobre el efecto del K en el rendimiento de melón con resultados poco claros (Rodríguez, 1981). Las recomendaciones varían entre 90 y 115 kg K<sub>2</sub>O/ha (Gómez, 1988; Fertica, s.f.), aunque algunos productores usan hasta 250 kg K<sub>2</sub>O/ha.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización potásica sobre el rendimiento y la calidad del melón en un Mollisol y un Vertisol de Carrillo, Guanacaste.

**Cuadro 1. Resultado del análisis de los suelos en las haciendas Azucarera El Viejo y La Piragua, Carrillo, Guanacaste.**

Característica	El Viejo	La Piragua
Arena (%)	62	19
Limo (%)	19	23
Arcilla (%)	19	59
Clase textural	Franco arenoso	Arcilloso
M.O. (%)	1.97	2.35
pH	6.1	7.0
P (mg/L)	15.5	15.5
Ca (cmol (+)/L)	16.35	34.60
Mg (cmol (+)/L)	4.05	27.80
K (cmol (+)/L)	0.98	0.13
Acidez (cmol (+)/L)	0.28	0.40
Fe (mg/L)	104	14
Cu (mg/L)	16	11
Zn (mg/L)	3.6	1.5

## MATERIALES Y METODOS

Se realizaron dos experimentos ubicados en la Azucarera El Viejo y Hacienda La Piragua, ambas pertenecientes al cantón de Carrillo, Guanacaste. Los suelos se clasificaron como Fluventic Haplustoll y Typic Pellustert, respectivamente. En el cuadro 1 se presentan los análisis físico-químicos correspondientes. Los experimentos se hicieron entre enero y abril de 1990.

Se utilizaron 8 tratamientos en cada experimento: testigo absoluto sin fertilizante, 0, 75, 150, 225, 300, 375 y 450 kg K<sub>2</sub>O/ha. Todos los tratamientos menos el testigo absoluto recibieron una fertilización base de 150 kg N/ha y 150 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha. Las fuentes utilizadas fueron nitrato de amonio, nitrato de potasio, superfosfato triple y cloruro de potasio.

El N se fraccionó en tres aplicaciones: a la siembra, a los 15 días y a los 30 días después de la siembra. El K se adicionó 1/3 a los 15 días y 2/3 a los 30 días después de la siembra. Todo el P se aplicó a la siembra. El método de aplicación fue en banda lateral a la hilera de siembra.

Se utilizó semilla Honey Dew cv. Tam Dew mejorada, sembrada a 0.3 m entre plantas, sobre camas meloneras de 1 m de ancho espaciadas 0.6 m entre sí. La parcela experimental consistió de 4 camas de 6.4 m de ancho y 5 m de largo, dejando como parcela útil las 2 camas centrales.

El riego se hizo por gravedad en ambos experimentos, tomando el agua de una canal principal a orilla de los lotes. El control de plagas y enfermedades se efectuó siguiendo las prácticas usuales recomendadas para el cultivo.

El diseño experimental fue de bloques completos al azar, con 8 tratamientos y 4 repeticiones. Las variables evaluadas fueron: peso de los frutos en kg y número de cajas comerciales/ha, peso de frutos de desecho total/ha y desecho comerciable/ha. Los frutos se dividieron en tipos de acuerdo con su tamaño: tipo 4 (más de 2 kg), tipo 5 (1.7-2.0 kg), tipo 6 (1.5-1.65 kg), tipo 8 (1.20-1.45 kg), tipo 9 (0.95-1.15 kg) y tipo 10 (0.8-0.9 kg).

El desecho se determinó con base en los siguientes parámetros de rechazo: daño por insectos, quema por sol, deformación, daño mecánico, pudrición y tamaño.

Se realizó un análisis de la calidad del fruto en poscosecha, para lo cual se muestrearon 8 frutos por tratamiento, se colocaron en cámara fría a 10 °C por 6 días y luego se secaron permaneciendo 4 días a 23 °C, al cabo de los cuales se determinó el Brix, la firmeza, el % de pulpa y el color interno y externo.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Rendimiento comercial

En los cuadros 2 y 3 se aprecian los resultados de rendimiento en kg/ha y número de cajas/ha para los 2 experimentos. Hubieron diferencias significativas entre tratamientos para las variables de rendimiento total y en el tipo 4 de melón, en el ensayo de El Viejo, y en rendimiento total en el ensayo de La Piragua. El tratamiento de 225 kg de K<sub>2</sub>O/ha fue superior en ambos experimentos tal como lo muestra la Figura 1. De acuerdo con estas curvas de regresión, en ambos casos el rendimiento se maximiza al llegar a la dosis de 225 kg de K<sub>2</sub>O/ha a partir de ese punto ocurre un descenso en la producción, probablemente por un desbalance fisiológico

**Cuadro 2. Rendimiento promedio comercial en cajas/ha y kg/ha para melón Honey Dew de primera calidad. El Viejo, Carrillo, Guanacaste, 1990.**

Tratamientos	Tipo 4**	Tipo 5	Tipo 6	Tipo 8	Tipo 9	Tipo 10	Total*	
(kg K <sub>2</sub> O/ha)		cajas/ha						
T.A.	104 b	116	94	297	216	40	868	d
0	200 b	449	100	457	200	39	1445	cd
75	104 b	354	331	431	329	142	1692	bcd
150	508 ab	320	361	433	190	72	1884	abc
225	121 a	529	444	326	166	21	2704	a
300	688 ab	409	318	424	271	22	2131	abc
375	1203 a	727	323	170	95	0	2519	ab
450	552 ab	251	273	424	232	42	1744	abcd
		kg/ha						
T.A.	1135	1052	881	3046	2004	342	8460	c
0	1842	4013	969	4710	1858	348	13740	bc
75	1073	3185	3133	4706	3115	1206	16419	abc
150	4504	565	3408	4613	1804	638	18531	ab
225	10806	5233	4190	3435	1667	188	25519	a
300	6098	3608	3002	4169	2633	196	19706	ab
375	11100	6508	3085	1790	927	0	23410	a
450	5152	1327	2465	4519	2217	375	16054	abc

\* Tratamientos con igual letra en una misma columna son estadísticamente iguales (Duncan, prob. 10%).

\*\* Tipo: rango de peso del melón Honey Dew del mercado internacional. El número se refiere a la cantidad de melones que caben en una caja.

T.A. = sin fertilización base de N y P.

causado por el exceso de fertilización potásica. Rodríguez (1981) no encontró respuesta significativa al K con el cv. Cantaloupe en Guanacaste, atribuyendo dicho comportamiento a un alto contenido del elemento en el suelo, aunque debe mencionarse que en ese trabajo se utilizaron dosis muy bajas de K, lo cual pudo afectar la respuesta de la planta. Otros autores han obtenido efecto positivo de la fertilización potásica aunque con niveles mucho más bajos que los del presente trabajo (Randhawa et al., 1981; Singh y Chlonkar, 1986; Prabhakar et al., 1985).

Con las dosis altas de K hubo una tendencia a producir melones grandes (tipos 4, 5 y 6), con excepción de la dosis de 450 kg K<sub>2</sub>O/ha, en tanto que el testigo absoluto y las dosis bajas de K produjeron melones más pequeños. En La Piragua, el tratamiento de 225 kg K<sub>2</sub>O/ha produjo mayor cantidad de melones tipo 4 (Cuadro 3). Estos resultados muestran el efecto positivo que tiene el K en el tamaño y peso de los frutos tal como lo menciona Belfort et al. (1986).

A pesar de que el Mollisol de Azucarera El Viejo presentó un nivel alto de K disponible (0.98 cmol (+)/L), hubo respuesta a la aplicación del elemento, posiblemente debido al alto requerimiento del cultivo y a la poca

eficiencia de su sistema radical para tomar K intercambiable. El melón es un cultivo de crecimiento rápido y probablemente requiere alto contenido de K en la solución del suelo. En el caso del Vertisol de hacienda La Piragua, el suelo estaba bajo en K (0.13 cmol (+)/L), lo cual puede explicar la respuesta a su aplicación, además de su alta capacidad de fijación de K por poseer arcillas 2:1.

Si bien los dos ensayos indicaron la mejor respuesta con el mismo tratamiento de 225 kg de K<sub>2</sub>O/ha, hubo divergencia en el rendimiento entre ellos, probablemente causadas por las diferencias en los suelos. En el Vertisol de La Piragua, el rendimiento fue más bajo debido a las dificultades con la cantidad y el riego aplicado. La alta capacidad de retención de agua en los Vertisoles induce la sobresaturación del suelo en los primeros días después de un riego, lo cual puede disminuir la absorción del K por el cultivo, al no existir suficiente aireación durante ese período. Este problema podría minimizarse utilizando riego por goteo, el cual permite un mejor control del agua aplicada.

#### Rendimiento de desecho

No hubo diferencias significativas entre tratamientos para el melón de desecho (Cuadro 4). La principal causa de desecho fue la mal formación, donde hubo una ligera tendencia de las dosis altas de K a aumentar las pérdidas por este factor, especialmente en el experimento de El Viejo. El incremento de las dosis de K aumentó el tamaño del fruto provocando en algunos casos su deformación. La falta de este elemento también originó mal formación del fruto, lo que fue más evidente en La Piragua. La quema de sol fue más importante en El Viejo. El tratamiento de 225 kg de K<sub>2</sub>O/ha presentó los valores más altos de pérdida por quema de sol, originado por la dificultad de la planta para hacer una cobertura adecuada del fruto debido a su gran tamaño. Este problema puede disminuirse protegiendo la fruta con una solución lechosa de cal.

El porcentaje de pérdida con relación a la producción total del melón con la dosis de 225 kg de K<sub>2</sub>O/ha, fue bajo en el experimento de El Viejo (18%) (Cuadro 4) si se compara con los otros tratamientos. En el caso de La Piragua este valor fue aun más reducido.

**Cuadro 3. Rendimiento promedio comercial en cajas/ha y kg/ha para melón Honey Dew de primera calidad. La Piragua, Carrillo, Guanacaste, 1990.**

Tratamiento	Tipo 4**	Tipo 5	Tipo 6	Tipo 8	Tipo 9	Tipo 10	Total*	
(kg K <sub>2</sub> O/ha)								
cajas/ha								
T.A.	0	125	139	208	185	83	741	c
0	0	208	278	182	231	125	1025	bc
75	260	125	208	390	370	83	1438	ab
150	208	417	105	417	347	42	1536	ab
225	625	292	313	286	324	63	1902	a
300	104	250	174	495	278	104	1405	ab
375	208	250	347	365	347	146	1663	ab
450	104	83	174	104	208	99	772	c
kg/ha								
T.A.	0	1229	1323	2156	1750	698	7156	c
0	0	2219	2646	1927	2146	1083	10021	bc
75	2375	1146	2198	4042	3521	708	13990	ab
150	1896	3771	9588	4385	3188	354	14552	ab
225	5583	2760	2927	3135	3156	531	18094	a
300	1063	2292	1583	4677	2719	958	13292	ab
375	1854	2177	3271	3823	3344	1865	16333	a
450	938	740	1583	1052	1969	906	7187	c

\* Tratamientos con igual letra son estadísticamente iguales (Duncan, prob. 10%).

\*\* Tipo: rango de peso del melón Honey Dew del mercado internacional. El número se refiere a la cantidad de melones que caben en una caja.

T.A. = sin fertilización base de N y P.

El melón de desecho puede ser comercializado en el mercado nacional e internacional como fruta de segunda y tercera. Más del 90% del melón de desecho cae dentro de esta categoría en el tratamiento de 225 kg de K<sub>2</sub>O/ha, tal como lo muestran los resultados del Cuadro 4 en ambos ensayos.

#### Análisis Poscosecha

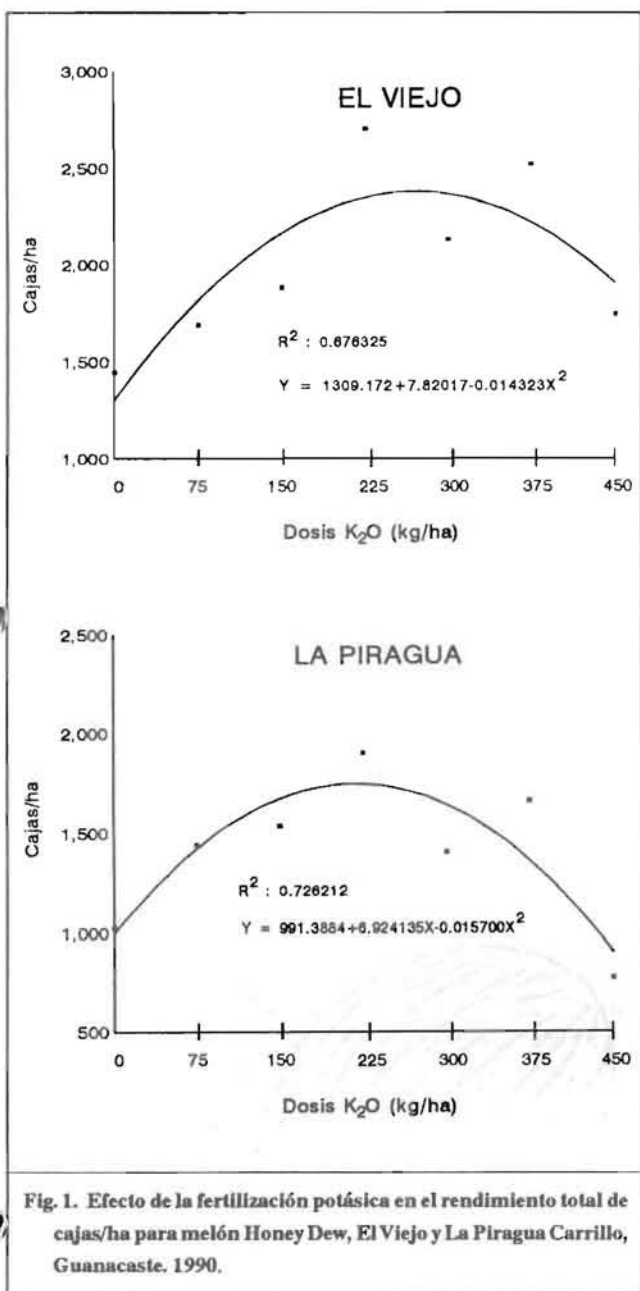
No hubo diferencias significativas en el análisis poscosecha entre tratamientos en las variables evaluadas (Cuadro 5). Sin embargo, se encontró un aparente efecto positivo del tratamiento de 225 kg de K<sub>2</sub>O/ha en la concentración de azúcares (grados brix) (Figura 2). Estos resultados coinciden con los criterios existentes en cuanto a la función vital del K en la concentración de azúcares en el fruto, tal como lo menciona Belfort et al., (1986).

**Cuadro 4. Efecto de la fertilización potásica en la producción de melón de desecho (kg/ha) en el Viejo y La Piragua, Carrillo Guanacaste, 1990.**

Tratamiento (kg K <sub>2</sub> O/ha)	Quema por sol	Daño por insectos	Daño por pudric.	Daño por malf.	Daño mecam.	Desecho por tamaño	Total	Comercial	Total	% Pérdida Comer. *
El Viejo										
T.A.	675	2460	0	2788	446	1665	8033	5573	48.70	69.37
0	965	450	500	2025	800	1033	5773	4823	29.58	83.54
75	1190	177	173	3713	1402	735	7390	7040	31.03	95.26
150	446	1479	542	3585	504	825	7381	5360	28.48	72.62
225	1560	248	0	3475	340	0	5623	5375	18.05	85.60
300	433	944	0	5858	842	315	8392	7448	29.86	88.75
375	521	540	0	4002	1244	0	6306	5558	20.66	91.15
450	840	404	0	1544	0	406	3194	2790	16.75	87.34
La Piragua										
T.A.	0	417	0	1427	1302	0	3146	2729	30.53	86.75
0	0	0	0	844	510	0	1354	1354	11.90	100.00
75	0	781	0	969	1042	0	2792	2010	16.63	72.01
150	0	458	0	167	417	0	1042	583	6.68	56.00
225	271	167	0	1417	802	0	2656	2490	12.75	93.72
300	0	0	0	583	458	0	1042	1042	7.27	100.00
375	0	615	0	167	188	0	969	354	5.60	36.56
450	0	0	0	208	0	0	208	208	2.82	100.00

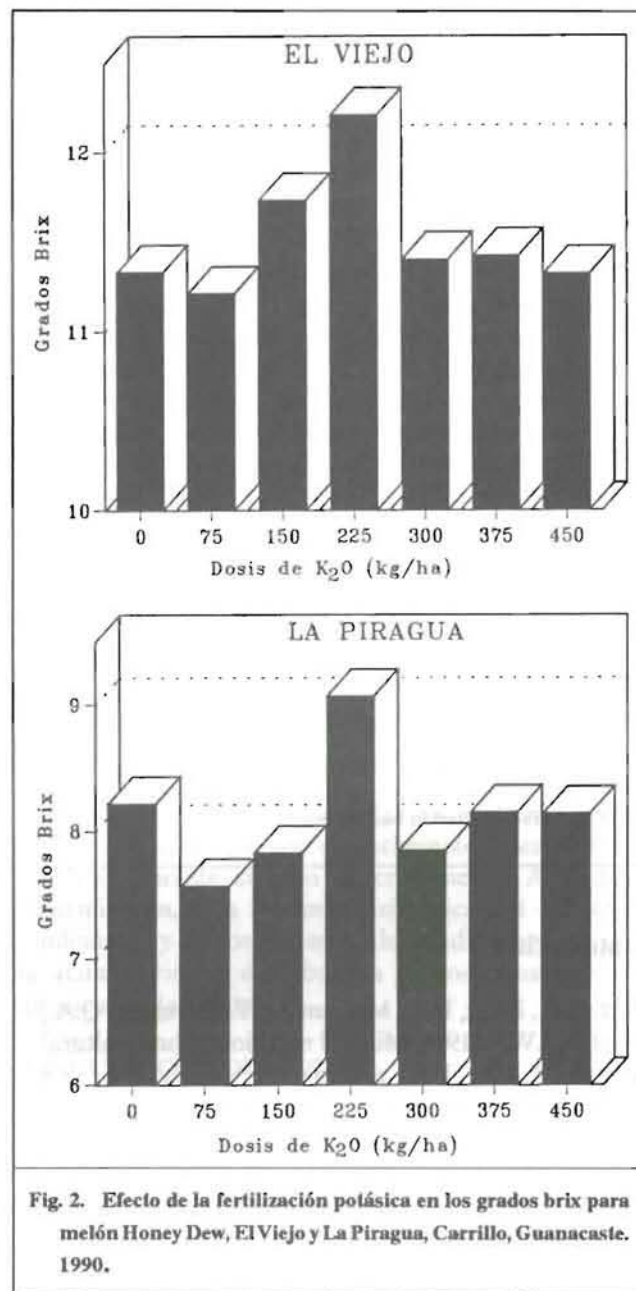
\* Es el porcentaje de desecho total que puede ser comercializado como melón de segunda y tercera.

T.A. = sin fertilización base de N y P.



## RESUMEN

Se realizaron 2 ensayos de fertilización potásica en melón (*Cucumis melo* L. cv. Honey Dew), en un Mollisol y un Vertisol de Carrillo, Guanacaste (Haciendas El Viejo y La Piragua), Costa Rica. Se utilizaron dosis de 0, 75, 150, 225, 300, 375 y 450 kg de  $K_2O$ /ha, con una fertilización básica de 150 kg de N/ha y 150 kg de  $P_2O_5$ /ha. Se evaluó el rendimiento de melón en kg/ha y número de cajas/ha, de los tamaños comerciales 4, 5, 6, 8, 9 y 10 y de la producción total. Se determinó además el rendimiento de melón de desecho y algunas variables de poscosecha.



En ambos sitios hubo respuesta a la fertilización potásica, siendo el tratamiento de 225 kg de  $K_2O$ /ha el que produjo el mayor rendimiento, con 2704 cajas/ha (25519 kg/ha) en el Mollisol y 1902 cajas/ha (18094 kg/ha) en el Vertisol. Hubo una tendencia de este tratamiento a producir melones de mayor tamaño (tipos 4, 5, y 6). No se presentaron diferencias estadísticas en la producción de melón de desecho, aunque aparentemente las dosis altas de K incrementaron las pérdidas, principalmente por malformación y quema por sol, en el ensayo de El Viejo. El tratamiento de 225 kg de  $K_2O$ /ha produjo el brix más alto en cada ensayo, con valores de 12.21 en El Viejo y 9.07 en La Piragua.

**Cuadro 5. Comportamiento poscosecha promedio del melón Honey Dew, sometido a dosis de K en El Viejo y La Piragua, Carrillo, Guanacaste, 1990.**

Tratamiento (kg K <sub>2</sub> O/ha)	Brix (grados)	Firmeza (Newtons)	Pulpa (%)	Color	
				Interno	Externo
El Viejo					
T.A.	10.46	18.16	88.72	2.5 GY 9/4	7.5 Y 8.5/4
0	11.33	26.02	90.98	2.5 GY 9/4	10 Y 9/4
75	11.21	19.95	90.44	2.5 GY 9/5	7.5 Y 9/4
150	11.73	19.87	90.86	2.5 GY 9/5	7.5 Y 9/4
225	12.21	18.46	91.17	2.5 GY 9/5	10 Y 9/4
300	11.40	23.46	91.55	2.5 GY 9/5	10 Y 9/4
375	11.42	23.47	91.35	2.5 GY 9/4	10 Y 8.5/4
450	11.32	18.57	89.87	2.5 GY 9/4	10 Y 9/4
La Piragua					
T.A.	7.44	18.26	88.88	2.5 GY 9/4	7.5 Y 9/4
0	8.22	17.70	90.90	2.5 GY 9/4	10 Y 9/4
75	7.57	18.31	90.92	2.5 GY 9/4	10 Y 9/4
150	7.83	18.99	90.61	2.5 GY 9/4	10 Y 9/4
225	9.07	18.03	87.52	2.5 GY 9/4	10 Y 9/4
300	7.85	17.51	90.96	2.5 GY 9/4	10 Y 9/4
375	8.15	19.71	90.97	2.5 GY 9/4	10 Y 9/4
450	8.14	18.66	90.25	2.5 GY 9/4	10 Y 9/4

\* T.A. = sin fertilización base de N y P.

- 17(1):51-55.
- Randhawa, K.S., Cheena, D.S.; Sandhu, K.S. 1981. The effects of nitrogen, phosphorus.
- Rios, R. 1968. Cultivo del melón en el Valle de Apatzinzan. *Novedades Hortícolas* 13(1-4): 17-22.
- Rodriguez, J.J. 1981. Evaluación de niveles de N-P-K en melón (*Cucumis melo* L.) en Colonia Agrícola de Paso Hondo, Cañas, Guanacaste. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía 118 p.
- Singh, D.N., Chhonkar, V.S. 1981. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium and spacings on growth and yield of muskmelon. *Horticultural Abstract* 58(1): 941.
- Srinivas, K., Prabhakar, B.S. 1984. Response of muskmelon (*Cucumis melo* L.) to varying levels of spacing and fertilizers. *Singapore Journal of Primary Industries* 12(1): 56-61.

#### Literatura Citada

- Belfort, C.C., Haag, H.P., Matsumoto, T., Carmello, Q.A., Santos, J.W.Z. 1986. Mineral nutrition of horticultural crops. LXX. Dry matter accumulation and macronutrient absorption by melon (*Cucumis melo* L. cultivar Valencia Amarelo) growth on yellow red latosol in Presidente Vanceslao, Sao Paulo. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"* 43(2): 365-377.
- Csizinsky, A.A., Maynard, D.N., Hochmuth, G., Martin, F.G. 1987. Supplemental fertilization of cucurbits growing in full-bed polyethylene mulch culture. *Journal of Plant Nutrition* 10(9/16): 1479-1488.
- Fertica, s.f. Manual de fertilización. San José, Costa Rica. 55p.
- Gomez, H.O. 1988. El cultivo del melón para exportación. *Guía Agropecuaria de Costa Rica* 8 (11):99-101.
- Kasimire, R.F. 1981. Muskmelon production in California. University of California. 23 p.
- Lorenz, O., Maynard, D.N. 1988. Handbook for vegetable growers. 3 ed. New York, John Wiley and Sons. 456 p.
- Prabhakar, J., Srinivas, K., SHUKLA, V. 1985. Yield and quality of muskmelon (cv. Hara Madhu) in relation to spacing and fertilization. *Progressive Horticulture*



## EFFECTO DE LA NUTRICION CON LA MEZCLA AMONIO/NITRATO EN EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCION DE MAIZ\*

El nitrógeno (N) es el único de los nutrientes minerales que puede ser utilizado en dos formas distintas, como nitrato ( $\text{NO}_3$ ) o como amonio ( $\text{NH}_4$ ). Aun cuando en general se utiliza fertilizantes en forma amoniacal en la producción de maíz, el  $\text{NO}_3$  es la principal forma de N en el suelo debido a la nitrificación que transforma el  $\text{NH}_4$  en  $\text{NO}_3$ . El  $\text{NO}_3$ , además de ser la forma más disponible para las plantas es también responsable de las pérdidas de N, ya que es susceptible a lixiviación o denitrificación. Por esta razón, el incrementar la proporción de  $\text{NH}_4$  en el suelo es una de las formas de minimizar los aspectos negativos (tanto económicos como ambientales) asociados con el uso de fertilizantes nitrogenados.

El incremento de  $\text{NH}_4$  en el suelo puede también mejorar la productividad ya que el maíz puede crecer más rápido y producir más grano cuando se aplica una mezcla de  $\text{NO}_3/\text{NH}_4$  que cuando solo se aplica  $\text{NO}_3$  (Below and Gentry, 1987, Schrader et al., 1972). Aun cuando la mayoría de esta evidencia se ha obtenido en estudios de hidroponía, donde es posible controlar mejor las relaciones  $\text{NO}_3/\text{NH}_4$ , existe también alguna evidencia de que el incremento de la disponibilidad de  $\text{NH}_4$  en el suelo es también benéfica (Huffman, 1989). Sin embargo, no se ha dilucidado cuales procesos fisiológicos son alterados en forma benéfica con la aplicación de una mezcla de  $\text{NO}_3/\text{NH}_4$ . Estos procesos pueden involucrar algunos factores asociados con el crecimiento y desarrollo de la planta. El objetivo de esta investigación fue la de caracterizar el papel de la nutrición con una mezcla  $\text{NO}_3/\text{NH}_4$  en el mejoramiento de la productividad del maíz.

### MATERIALES Y METODOS

Durante un período de seis años se condujeron una combinación de estudios hidropónicos y de campo, para examinar los efectos de la nutrición de maíz con una mezcla  $\text{NO}_3/\text{NH}_4$  en comparación con la nutrición con solamente  $\text{NO}_3$ . En ambos tipos de experimentos se utilizaron híbridos genéticamente distintos y de alto rendimiento.

Los estudios hidropónicos utilizaron sistemas capaces de cultivar plantas hasta la madurez bajo regímenes de luz y temperatura similares a las plantas cultivadas en campo,

pero que permitían el control del suplemento de las formas de N. En estas condiciones el desarrollo morfológico y la apariencia de las plantas fue similar a aquellos obtenidos en el campo.

Las parcelas de campo se localizaron en un suelo altamente productivo de textura franco limosa con aproximadamente 3% de materia orgánica. Los tratamientos de N, se suplementaron en la etapa de tres hojas por medio de aplicaciones en banda de 200 a 225 kg/ha de N en forma granular, ya sea como nitrato de calcio (parcelas con solamente  $\text{NO}_3$ ) o urea (parcelas de la mezcla  $\text{NO}_3/\text{NH}_4$ ). En las parcelas de la mezcla de las dos formas de N se mantuvo el N en forma de  $\text{NH}_4$  mediante la aplicación de un inhibidor de nitrificación experimental aplicado junto con la urea. En todos los casos, los tratamientos con N fueron incorporados mediante remoción del suelo y con la aplicación de una lámina de agua de 2.5 mm.

En los dos tipos de parcelas se midieron varios parámetros asociados con el crecimiento y desarrollo de la planta durante el ciclo de crecimiento. Además se determinaron, a la madurez fisiológica del cultivo, el rendimiento y los componentes del rendimiento así como la acumulación y distribución de los constituyentes químicos en la planta.

### RESULTADOS Y DISCUSION

Los estudios hidropónicos, conducidos para manipular la forma de N, han incluido siempre un tratamiento de suplemento continuo de una mezcla de 50 % de  $\text{NO}_3$  y 50 % de  $\text{NH}_4$ , comparado con un tratamiento de suplemento continuo de  $\text{NO}_3$ . En estos estudios, las plantas que recibieron la mezcla de las dos formas de N produjeron siempre rendimientos más altos de grano que aquellos que recibieron  $\text{NO}_3$  (Tabla 1). El porcentaje de incremento en rendimiento fue relativamente consistente durante el período de cinco años (10-14%), a pesar de las grandes diferencias en rendimiento encontradas en los diferentes años y con los diferentes híbridos. El promedio de años a través de híbridos indicó que la nutrición con la mezcla de las dos formas de N produjo un incremento del 12% en el rendimiento de grano en comparación con el tratamiento de solamente  $\text{NO}_3$ .

\* Artículo resumido del original escrito por Below, F., E. Gentry, y D. Smiciklas. 1991. Role of mixed-nitrogen nutrition in enhancing productivity of maize. Memorias del Simposio: Effects of enhanced ammonium diets on growth and yield of wheat and corn. Foundation of Agronomic Research, Atlanta, Georgia.

**Tabla 1. Efecto de la nutrición de maíz con una mezcla de NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub> y solamente NO<sub>3</sub> en el rendimiento de grano y en los componentes del rendimiento de maíz, cultivado hasta la madurez en estudios hidropónicos y en un período de cinco años. Valores promediados a través de todos los híbridos evaluados.**

Tratam.	Año					Promedio
	1987	1988	1989	1990	1991	
NO <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub>	Rendimiento de grano (g/planta)					
100/0	158	187	203	165	181	179
50/50	181	208	224	186	203	200
	No. de granos/planta					
100/0	552	692	689	630	695	652
50/50	646	772	756	721	782	737
	Peso del grano (mg/grano)					
100/0	284	274	300	264	262	277
50/50	182	271	295	260	261	274

En todos los casos, la mezcla de NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub> indujo incrementos en el rendimiento que fueron el resultado de más granos por planta, ya que el peso seco de grano no fue afectado por los tratamientos de N (Tabla 1). El incremento en el número de granos con el tratamiento de la mezcla NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub> fue posible al mejorar el llenado de la punta de las mazorcas (menos aborto de grano). Estos resultados sugieren un efecto fisiológico directo de la forma de N en el desarrollo del grano, ya que se supone que los dos tratamientos tienen un suplemento más que adecuado de N disponible. Estos resultados también implican que el efecto benéfico de la mezcla NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub> se produce durante el período de desarrollo reproductivo.

Se condujeron otros estudios hidropónicos para evaluar más críticamente la etapa de crecimiento de maíz, en la cual el NH<sub>4</sub> debe estar presente para maximizar los incrementos en rendimiento asociados con la nutrición con la mezcla NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub>. En este caso, se suplió a las plantas mezclas de NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub> durante períodos específicos de crecimiento aplicándose NO<sub>3</sub> en el resto del ciclo de crecimiento. El aplicar la mezcla hasta solamente el estado de crecimiento V7 no incrementó el rendimiento de grano en comparación con plantas cultivadas con solamente NO<sub>3</sub> (Tabla 2). Por el contrario el suplemento de la mezcla NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub> hasta el estado de crecimiento V14, o más adelante, o entre V14 y R2 incrementó el rendimiento de grano en comparación con plantas

cultivadas con solamente NO<sub>3</sub> (Tabla 2). En relación a cuanto tiempo el amonio debe estar disponible, los resultados indican que las plantas que recibieron la mezcla NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub> hasta el estado R2 de crecimiento, produjeron esencialmente el mismo rendimiento que aquellas a las cuales se suplementó la mezcla durante todo el ciclo vegetativo. Estos datos sugieren que el mejoramiento en el rendimiento debido a la mezcla de NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub> ocurre después del crecimiento vegetativo temprano, pero antes de la finalización del llenado de grano. Este período corresponde al estado de crecimiento en el cual se determina el potencial reproductivo. Aun cuando la aplicación de la mezcla de NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub> aplicado a cualquier época durante este período incrementa el rendimiento parece que para obtener máximo rendimiento es necesario que NH<sub>4</sub> esté disponible durante todo el intervalo entre V7 y R2.

El examen de los componentes reproductivos permite deducir que el NH<sub>4</sub> incrementa el rendimiento al mejorar el desarrollo reproductivo. Aun sin tomar en cuenta la época de disponibilidad, la mezcla NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub> indujo incrementos en rendimiento que estuvieron asociados con más granos por planta (Tabla 2), ya que el peso de grano no cambió por efecto de los tratamientos de N. Igual como lo ocurrido con el rendimiento de grano, el número de granos se maximizó cuando la mezcla NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub> estuvo disponible hasta el estado R2. En todos los casos, el incremento en el número de granos observado en los tratamientos en los que se aplicó la mezcla, obedece a la reducción del aborto de grano ya que el potencial de formación de grano a nivel de óvulo fue similar para todos los tratamientos (Tabla 2). Se ha demostrado que

**Tabla 2. Efecto de la mezcla NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub> (50/50), aplicada a diferentes épocas durante el crecimiento, en el rendimiento de grano y los componentes reproductivos del maíz cultivados hasta la madurez en experimentos hidropónicos. Valores promediados a través de todos los híbridos evaluados.**

Epoca de disponibilidad de N	Rendim. de grano	No. de granos	Ovulos poten.	Aborto granos
	g/planta	No./planta	%	
NO <sub>3</sub> continuo	181	695	952	27
Hasta V7	182	706	945	25
Hasta V14	191	725	915	21
Entre V14 y R2	192	733	943	22
Hasta R2	199	777	961	19
NO <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub> continua	203	782	949	18



**Tabla 3. Efecto de la forma de N aplicada al suelo en los parámetros de productividad en maíz cultivado hasta la madurez en parcelas de campo. Valores promediados a través de cinco híbridos y cinco años.**

Trat.	Rendimiento de grano	Acumulación en toda la planta		
		Materia seca	N	Índice de cosecha
		g/planta		%
NO <sub>3</sub>	182	351	3.7	52
NO <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub>	192**	366*	4.1*	53

\*, \*\*Significativos a nivel de 0.01 y 0.05 respectivamente. (Adaptado de Smiciklas, 1991).

incrementando el nivel de N de deficiente a suficiente también se incrementa el número de granos, más bien por descenso del aborto de grano que por afectar el potencial de los óvulos para producir grano (Lemcoff y Loomis, 1986). Aun cuando las plantas tratadas con la mezcla contienen niveles más altos de N que aquellas que se cultivaron solamente con NO<sub>3</sub> (Below and Gentry, 1987; Tabla 2), parece poco probable que el nivel de N fuese limitante en los cultivos hidropónicos ya que ambos tratamientos recibieron el mismo nivel de nutrientes en la solución nutritiva. Por lo tanto, parece que las plantas de maíz no pudieron absorber suficiente nitrógeno para obtener rendimientos más altos cuando se utilizó solamente NO<sub>3</sub>, o que el NH<sub>4</sub> tuvo un efecto directo sobre el desarrollo del grano.

#### ESTUDIOS DE CAMPO

Se instalaron ensayos de campo para determinar si es posible establecer tratamientos con distintas formas de N en el suelo y para determinar si se pueden duplicar en el campo los incrementos en rendimiento obtenidos con la mezcla NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub> en cultivos hidropónicos. Después de la aplicación de los tratamientos a las parcelas de campo, se analizaron extractos de suelo para verificar si las parcelas de NO<sub>3</sub> contenían predominantemente esta forma de N, y que las parcelas de la

mezcla NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub> contenían un porcentaje mayor de NH<sub>4</sub> durante la mayoría del ciclo de crecimiento.

Al comparar los tratamientos se observó que las parcelas que recibieron la mezcla NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub> presentaron, en promedio, rendimientos 5% mayores que las parcelas tratadas solamente con NO<sub>3</sub>. Este comportamiento fue asociado primeramente con la producción de materia seca de toda la planta (Tabla 3).

Cuando se examinaron individualmente los 5 híbridos evaluados en este estudio, se observó una interacción entre variabilidad específica de los híbridos y la respuesta a la forma de N aplicado. En 3 de los 5 híbridos se incrementó significativamente (5 % de probabilidad) la producción de grano cuando se aplicó la mezcla NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub> comparado con solamente NO<sub>3</sub>, y en uno de los híbridos se incrementó el rendimiento al 10 % de probabilidad (Tabla 4).

Aun cuando el potencial de rendimiento de grano varió entre los genotipos evaluados, tanto los híbridos precoces (LHE136xLH82) y los híbridos tardíos (B73xLH51) respondieron a la aplicación de la mezcla NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub>. El incremento en productividad de los híbridos como respuesta a la aplicación de NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub> estuvo asociada con cambios en el desarrollo de la mazorca y el grano (Tabla 4). Por ejemplo, la nutrición con la mezcla NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub> redujo la magnitud del aborto de granos en el híbrido B73xLH51 mientras que incrementó el número potencial de óvulos para producir grano en el híbrido LH74xLH82.

Aun cuando no se ha dilucidado completamente que procesos fisiológicos son alterados por la nutrición de la mezcla NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub>, los datos obtenidos en esta

**Tabla 4. Efecto de la forma de N aplicado en el rendimiento y los componentes de reproducción de cinco híbridos de maíz cultivados hasta la madurez en parcelas de campo. Valores promediados a través de dos años.**

Híbridos	Rendimiento de grano		Óvulos potenciales		Aborto de grano	
	Forma predominante de N					
	NO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub>
g/planta		No./planta		%		
LH74xLH82	165	173	1635	1920	29	29
B73xLH51	184	198	1081	1098	26	18
LHE136xLH123	194	196	1044	1169	26	30
DMS (0.05)	11		243		7	

(Adaptado de Smiciklas, 1991).

Tabla 5. Efecto de la forma de N y de la aspersión de citoquinina en los parámetros de productividad de maíz cultivadas hasta la madurez en parcelas de campo. Valores promediados a través de dos años.

Citoquinina exógena	Forma de N predominante	Rend. de grano	Número de granos	Índice de cosecha
		g/planta	No./planta	%
Control	NO <sub>3</sub>	157	549	53
	NO <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub>	174	599	56
Foliar	NO <sub>3</sub>	171	629	57
	NO <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub>	169	586	56
DMS (0.05)		12	44	2

(Adaptado de Smiciklas, 1991)

investigación indican que los resultados se deben al mejoramiento en el desarrollo del proceso de reproducción y a una mejor distribución de los productos de la fotosíntesis hacia el grano. Un incremento en el suplemento de citoquininas puede ser el responsable parcial de estos cambios, debido a que las citoquininas juegan un rol importante en la formación de tejido reproductivo. Por esta razón, se condujeron estudios de campo para examinar los procesos fisiológicos alterados por la nutrición con la mezcla NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub> y para investigar el rol de las citoquininas en inducción del incremento en el rendimiento de maíz. Se aplicó citoquinina foliarmente durante el ciclo de crecimiento vegetativo (6 aplicaciones de 22 µm de 6-benzylaminopurina en los estados de crecimiento V4, V6, V8, V10, V14 y V18) en plantas que crecieron en parcelas de campo tratados con NO<sub>3</sub> y con la mezcla NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub>.

En las plantas del tratamiento control (sin aspersión foliar), la nutrición con la mezcla NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub> incrementó el rendimiento de grano en 11% hecho que estuvo asociado con un alto índice de cosecha y un mayor número de granos (Tabla 5). En forma similar a observaciones previas, la nutrición con la mezcla NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub>, de plantas sin aplicación de citoquininas, incrementó la acumulación de N en toda la planta y redujo la magnitud de aborto de granos.

Las aplicaciones de citoquinina no afectaron el rendimiento de grano, el número de granos o la distribución de la materia seca en las parcelas que recibieron la mezcla NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub> (Tabla 5). Por el contrario, las aplicaciones de citoquinina en las parcelas que solamente recibieron NO<sub>3</sub> incrementaron los rendimientos de grano a rendimientos iguales a los producidos en las parcelas que recibieron la mezcla de formas de N. Esto último es el resultado del incremento

del número de granos y la distribución de la materia seca. El mayor número de granos obtenido en las parcelas que recibieron solamente NO<sub>3</sub>, a las cuales se aplicó citoquinina, estuvo también asociado con una reducción en el aborto de granos.

El hecho de que los incrementos en rendimiento como resultado de los tratamientos con citoquinina en las plantas cultivadas en parcelas que solo recibieron NO<sub>3</sub> son similares a aquellos obtenidos en parcelas que recibieron la mezcla NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub> sin citoquinina (mejor distribución de la materia seca y decrecimiento del aborto de grano), sugiere que el incremento en productividad de las plantas que

recibieron la mezcla NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub> puede deberse a un mejoramiento en el suplemento de citoquininas endógenas.

## RESUMEN

Aun cuando los incrementos en rendimiento varían en función del genotipo y de los métodos culturales, los resultados de estos experimentos hidropónicos y de campo produjeron suficiente evidencia que indica que la nutrición con una mezcla de NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub> incrementa la producción de maíz. Este incremento ocurre como resultado de alteraciones de importantes procesos fisiológicos como el desarrollo reproductivo, adquisición de N, producción de materia seca y la distribución de los asimilados. El suplemento de citoquininas endógenas puede también jugar un importante papel. Para mejorar el rendimiento al máximo, la mezcla NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub> debe estar disponible durante todo el período durante el cual se determina el potencial reproductivo (entre los estados de crecimiento V7 y R2). Aun cuando es necesario más trabajo en esta área de investigación, la perspectiva de utilizar la nutrición NO<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub> para mejorar la eficiencia de los fertilizantes nitrogenados es alentadora.

## BIBLIOGRAFIA

- Below, F.E., and L.E. Gentry. 1987. Effect of mixed N nutrition on nutrient accumulation, partitioning, and productivity of corn. *J. Fert. Issues* 4:79-85.
- Below, F.E., and L.E. Gentry. 1991. Maize productivity as influenced by mixed N supplied before or after anthesis. *Crop Sci.* (in press).
- Below, F.E., and J.A. Heberer. 1990. Time of availability influences mixed-nitrogen-induced increases in growth and yield of wheat. *J. Plant Nutri.* 13:667-676.

Huffman, J.R. 1989. Effects of enhanced ammonium nitrogen availability for corn. *J. Agron. Educ.* 18:93-97.

Lemcoff, J.H., and R.S. Loomis. 1986. Nitrogen influences on yield determination in maize. *Crop Sci.* 26:1017-1022.

Schepers, J.S., and F.E. Below. 1987. Influence of corn hybrids on nitrogen uptake and utilization efficiency. p. 172-186. In D. Wilkinson (e.d.) *Proc. Corn and Sorghum Industry Res. Conf.*, 42nd, Chicago, IL 10-11 Dec. American Seed Trade Association, Washington, D.C.

Schrader, L.E., D. Domska, P.E. Jung, and L.A. Peterson. 1972. Uptake and assimilation of ammonium-N and nitrate-N and their influence on the growth of corn (*Zea mays* L.). *Agron. J.* 64:690-695.

Smiciklas, K.D. 1991. Physiological role of mixed nitrogen nutrition in enhancing productivity of maize. Ph. D. thesis. Univ. of Illinois, Urbana-Champaign.

## AVANCES Y TENDENCIAS EN LAS TÉCNICAS DE FERTILIZACIÓN (Parte II)\*

*Como consecuencia de consideraciones de varios tipos existe interés sin precedentes en mejorar la eficiencia de los fertilizantes. El colocar el fertilizante en el lugar adecuado de la zona radicular es tan importante como aplicar la cantidad correcta de nutrientes. Esta es la segunda parte de una serie de tres artículos que discuten las nuevas tendencias en técnicas de fertilización de cultivos desarrolladas en los últimos años.*

### CONDICIONES DE SUELO Y CULTIVO QUE DICTAN EL USO DE TÉCNICAS NUEVAS O MEJORADAS DE FERTILIZACIÓN

#### Disponibilidad posicional de los fertilizantes aplicados al voleo

Las aplicaciones de fertilizantes a la superficie del suelo pueden ser poco efectivas, especialmente si la precipitación y/o el riego son inadecuados para moverlos a zonas más profundas, con mayor humedad dentro de la zona radicular. Esta es una consideración importante en el manejo de nutrientes con limitada movilidad como P, K y otros nutrientes.

Sin embargo, el mantener el nitrógeno móvil en o cerca de la superficie también puede ser un problema ya que apreciables cantidades de este nutriente deben estar disponibles todo el tiempo para el satisfactorio crecimiento del cultivo. Por supuesto la aplicación al voleo de N es efectiva cuando existe suficiente humedad para mover el N a suficiente profundidad dentro de la zona radicular.

En general el problema de indisponibilidad posicional es más serio en regiones que se caracterizan por tener baja precipitación durante el ciclo de crecimiento del cultivo o en años cuando la precipitación es menor que la normal.

#### Volatilización de amonio

Pueden haber serias pérdidas por volatilización de amonio de fertilizantes que contienen o forman amonio cuando se dejan sin incorporar en la superficie del suelo. La magnitud de estas pérdidas está influenciada por varios factores que incluyen pH, temperatura, capacidad de intercambio catiónico, textura, humedad del suelo así como precipitación.

#### Conversión de nutrientes aplicados a formas menos disponibles

La práctica de aplicar fertilizantes al voleo y luego incorporarlos expone a los nutrientes aplicados a volúmenes grandes de suelo. En muchos suelos, esta conducción puede producir el cambio de nutrientes solubles, especialmente el P y algo de K, a formas menos disponibles. La eficiencia de los fertilizantes puede reducirse apreciablemente en suelos con propiedades químicas caracterizadas por pH bajo, cantidades grandes de óxidos de hierro y aluminio, alto contenido de arcillas, etc., que favorecen las reacciones que reducen la disponibilidad de P, K y otros nutrientes.

Es crítico el confinar el fertilizante a una zona muy restringida o banda en suelos con alta capacidad de transformar nutrientes solubles a formas no disponibles. Esto es especialmente cierto cuando se usan dosis bajas

\* Beaton, J. Presidente del Instituto de la Potasa y el Fósforo Canadá "PPIC". Saskatoon, Canadá.

de fertilizantes en suelos infértiles. Para obtener eficiencia máxima de los nutrientes generalmente se llega a un compromiso entre el volumen de suelo fertilizado y la uniformidad de distribución dentro de la zona radicular, de modo que se optimiza la oportunidad del contacto raíz-fertilizante y se minimiza la fijación de nutrientes (Randall y Hoef, 1988).

#### Materia orgánica y/o inmovilización microbiana

Como resultado del cambio a los sistemas de labranza cero o labranza reducida en Norte América, en Argentina y Brasil generalmente se siembran los cultivos en presencia de relativamente altas cantidades de residuos cerca o en la superficie del suelo. La descomposición microbiana de estos residuos acumulados puede inmovilizar nutrientes minerales, particularmente N y S, resultando en deficiencias que se presentan temprano en el ciclo de crecimiento y/o en todo el ciclo del cultivo.

La paja de cereales es frecuentemente baja en N, P y S y los microorganismos que descomponen este material compiten con los cultivos por estos y otros nutrientes esenciales. La inmovilización de N se evita cuando los residuos son altos en N, (1.25-1.50% de N).

#### Temperaturas bajas del suelo

El desarrollo y actividad de las raíces se restringe a bajas temperaturas y la difusión de nutrientes como P y K, hacia las raíces de las plantas, también se reduce en estas condiciones. Se conoce bien que las aplicaciones de arranque de P y K son particularmente efectivas cuando el suelo tiene bajas temperaturas y a menudo producen incrementos grandes de rendimiento, aun cuando el contenido de estos nutrientes en el suelo sea medio o alto (Beaton, 1985; Murphy, 1984 a, b). Las posibilidades de que el P, K, N y S, aplicados como fertilizantes de arranque, tengan efectos beneficiosos son muy altos en los sistemas de labranza cero o labranza reducida, debido a las bajas temperaturas prevalentes al inicio del ciclo de crecimiento.

#### Supresión de enfermedades

Existe una fuerte posibilidad de que exista una apreciable interacción fertilizante x enfermedades que inflencie los rendimientos del cultivo (Beaton, 1985). En el occidente del Canadá, el P aplicado con la semilla de trigo de primavera fue uno de los principales factores en la virtual eliminación de la pudrición de la raíz causada por *Pythium* spp. El mismo tratamiento de fertilizantes ha suprimido la pudrición común de la raíz (*Cochliobolus sativus*) en trigo de primavera.

El aplicar en banda fertilizantes que contiene Cl, como el KCl, antes o a la siembra del trigo, ha ayudado en la supresión de la pudrición radicular del trigo de invierno en Oregon. La aplicación al voleo de fuentes de Cl también han reducido el estrés causado por la pudrición de la raíz en este cultivo.

La aplicación de KCl al voleo o en banda profunda, es efectiva en el control de enfermedades foliares de cereales de primavera en Dakota del Sur (Fixen, 1987). La aplicación al voleo es más versátil que la aplicación con la semilla porque las dosis requeridas para control de la enfermedad (80 kg de KCl/ha) no se pueden aplicar en contacto directo con la semilla.

#### Competencia de malezas

Algunas malezas germinan muy cerca de la superficie del suelo y las aplicaciones superficiales de N pueden estimular su germinación y crecimiento inicial (Beaton, 1985). En algunos casos, las malezas responden más que el cultivo a la aplicación al voleo de N. En ausencia de un adecuado control de malezas, las malezas más agresivas pueden competir y crecer mejor que el cultivo.

Las aplicaciones al voleo de P pueden promover el crecimiento de malezas a expensas de los rendimientos del cultivo mientras que el P aplicado en banda o con la semilla favorece el cultivo y deprime la competencia de malezas (Todd, 1979).

El restringir acceso de las malezas al fertilizante aplicado, por medio de ajustes en la localización del fertilizante, es una estrategia que merece consideración. Solamente el manejo de fertilizantes puede ser suficiente para controlar malezas cuando la infestación es ligera.

Los cambios en los sistemas de labranza pueden también requerir cambios en las técnicas de aplicación de los fertilizantes. Algunas malezas son más numerosas y competitivas en sistemas de labranza reducida y los fertilizantes deben aplicarse en forma que no promuevan más su crecimiento (Beaton, 1985).

#### Denitrificación

Se conoce que este mecanismo de pérdida de N del suelo puede ser un problema en regiones de clima cálido y abundantes precipitaciones y en suelos con alto contenido de materia orgánica.

La eficiencia de las formas amoniacales de N pueden mejorarse apreciablemente utilizando algunos de los métodos de aplicación de fertilizantes como los que se

describen a continuación:

- Banda angosta a 5 cm de profundidad con 46 cm de separación.
- Aplicar gránulos muy grandes de fertilizantes sólidos que pesen entre 1 ó 2 g.
- Aplicar 2,5 g de fertilizantes de tamaño regular en áreas localizadas (bolsas) a una profundidad de 5 a 6 cm y en el punto central de un cuadrado de 46 por 46 cm.

Los inhibidores de nitrificación como el disulfuro de Carbono y el Tritiocarbamato también han mejorado las respuestas de las aplicaciones de N en la estación lluviosa, época en la cual existen sustanciales pérdidas por denitrificación (Malhi & Nyborg, 1982).

La labranza del suelo influencia las pérdidas potenciales por denitrificación debido al mayor contenido de agua y C orgánico en la superficie de los suelos con labranza cero que en los suelos de labranza convencional (Beaton, 1985; Murphy, 1984, a,b). La población de los organismos denitrificadores puede ser mayor en la superficie en los suelos con labranza cero.

Es necesario prestar atención a la adecuada localización del N en los sistemas de labranza reducida, no solamente para minimizar las pérdidas por denitrificación sino también para reducir las pérdidas por inmovilización y el crecimiento de malezas.

#### **Interacciones de nutrientes en las bandas ubicadas bajo la superficie**

Se ha encontrado que la localización del N, especialmente las formas amoniacales aplicado conjuntamente con el P en una banda común incrementa la eficiencia del fertilizante fosfatado y en consecuencia incrementa los rendimientos. Algunas de las posibles explicaciones de esta interacción incluyen: incremento de la densidad radicular, efectos metabólicos derivados de la mejor nutrición con N y que afectan favorablemente la absorción de P y cambios en la solubilidad de P.

Estudios conducidos en la Universidad del Estado de Colorado (Hanson & Westfall, 1983; Westfall & Hanson, 1984) sugieren las siguientes explicaciones de el porque existe mayor efectividad de P en presencia de  $\text{NH}_4$ :

- El alto pH inicial, producido inmediatamente después de la aplicación de N, permite la formación de productos Ca-P, como fosfato dicálcico y fosfato octacálcico, que son ligeramente solubles pero altamente disponibles.

- Después, la producción de  $\text{H}^+$  durante el proceso de nitrificación incrementa la solubilidad del P y el potencial del fosfato se mueve a la parte superior de las isoterms de fosfato favoreciendo la formación de fosfatos de hierro y aluminio.
- Este rápido descenso en pH permite que los productos solubles de P persistan, lo cual resulta en una mayor disponibilidad del elemento por período más largo de tiempo.

El retardar la nitrificación, con inhibidores del proceso como nitrapyrin, prolonga la existencia de estas formas solubles de P. Se ha observado también que el pH del suelo fue mayor con el tratamiento  $\text{NO}_3 + \text{P}$  que el tratamiento  $\text{NH}_4 + \text{P}$ . Esto probablemente se debe a la liberación desigual de iones y cationes y a la absorción por las plantas.

En regiones del occidente del Canadá, se ha observado que la absorción de nutrientes, particularmente P, de las bandas profundas localizadas antes de la siembra, no es adecuada si la siembra se hace inmediatamente después de la fertilización (Harapiak & Beaton, 1986). La recuperación de P se restringe cuando se aplican, en banda profunda con 30 cm de separación, fuentes amoniacales de N en dosis de 100 kg/ha, inmediatamente antes de la siembra. En forma similar, las dosis altas de K aplicadas conjuntamente en las bandas N-P pueden interferir con la absorción de P. Estos problemas de disponibilidad pueden evitarse retardando la siembra por alrededor de tres semanas después de la aplicación de las bandas profundas, para permitir que estas se equilibren.

Se considera que las causas de la restricción en la absorción de P, de bandas profundas de N-P recién aplicadas, son la alta concentración de amonio libre y nitrito y el elevado pH que temporalmente existe en las zonas donde se colocan fertilizantes amoniacales. Estas condiciones impiden que las raíces penetren en esta área del suelo rica en nutrientes.

#### **Aplicación fraccionada del Nitrógeno**

Se conoce que las aplicaciones fraccionadas de N son beneficiosas en situaciones en las cuales se requiere apreciables cantidades de este nutriente y en las cuales las pérdidas del suelo, principalmente la lixiviación del nitrato, reducen la eficiencia de los fertilizantes nitrogenados. Es también aconsejable el hacer aplicaciones fraccionadas de K cuando los suelos son arenosos, bajos en capacidad de intercambio catiónico o en áreas de alta precipitación.

Otra razón importante para fraccionar las aplicaciones de fertilizante es la de entregar nutrientes al cultivo

durante todo el ciclo de crecimiento. Esto es particularmente cierto en ciertos estados críticos de crecimiento de cultivos como maíz y cereales de grano pequeño. Por ejemplo, el maíz tiene 2 períodos intensos de absorción de nutrientes y los rendimientos altos de grano están relacionados con mantener tasas diarias de crecimiento ligeramente más altas, por períodos más largos de tiempo, durante estas 2 etapas de absorción de nutrientes (Beaton et al, 1985). La primera etapa ocurre durante el crecimiento vegetativo, (V12 a V18) cuando el tamaño de la mazorca y el número de óvulos (granos potenciales) se establecen y se acumulan las reservas fotosintéticas en el tallo y en las hojas. La segunda etapa ocurre durante el crecimiento reproductivo o etapa del llenado del grano, cuando el número final y tamaño de granos se determina.

La absorción de N y P se produce en dos períodos mientras que la absorción de K se produce solamente durante el crecimiento vegetativo y virtualmente se interrumpe después de que ha aparecido el 50% de la floración (Olness & Benoit, 1992). La tasa máxima de acumulación vegetativa ocurre simultáneamente para N y K.

Investigadores de la Universidad de Purdue han demostrado claramente que algunos híbridos de maíz absorben grandes cantidades de N después del apareamiento de la floración femenina y responden particularmente bien a la presencia de amonio en la nutrición, en la fase final del crecimiento (Tsai et al., 1984). Investigadores de Illinois (Below y Gentry, 1988) encontraron que algunos híbridos se comportan mejor cuando reciben N, tanto en forma de nitrato como en forma de amonio, antes que solamente nitrato. Olness y Benoit (1992) indican que los híbridos actuales parecen crecer mejor cuando la relación nitrato a amonio es 2-3:1. En experimentos en Colorado, se han obtenido incrementos de rendimiento que van de 800 a 1750 kg/ha al incrementar la cantidad de N disponible en forma de amonio por medio de inhibidores de la nitrificación (Olsen, 1986).

El desarrollo y crecimiento óptimo del trigo depende mucho del adecuado suplemento de N en las siguientes etapas de crecimiento:

- al final del macollamiento,
- a inicio de la elongación del tallo y
- a la formación de la panoja para incrementar el peso el grano y el contenido de proteína.

La etapa entre el final del macollamiento y el inicio de la elongación del tallo es una etapa de crecimiento particularmente crítica ya que el número potencial de granos por panoja se determina durante este período. Es muy importante evitar estrés de N durante este intervalo de crecimiento y el fertilizante nitrogenado debe aplicarse al inicio del macollamiento si los contenidos de N en el suelo no son adecuados.

Bauer et al. (1988) reportaron la importancia de la fertilización nitrogenada en relación con las etapas de desarrollo del trigo y concluyeron que el N necesario para optimizar los rendimientos debe ajustarse al potencial de agua. Debido a que el componente agua puede cambiar durante el ciclo de crecimiento, con importantes implicaciones en el potencial de rendimiento, el suplemento de N debería ser concordante con estos cambios para obtener los mejores rendimientos.

Bock (1987) reportó que el incremento en el suplemento de N amoniacal para trigo puede resultar en incrementos de rendimiento significativos. Estudios en condiciones controladas indican que si bien los niveles de amonio no pueden ser muy altos debido al potencial de toxicidad, niveles de amonio más altos de lo normal están relacionados con mejores potenciales de rendimiento. Esto sugiere que las aplicaciones fraccionadas de N y el mantenimiento de amonio en la solución del suelo puede ser una opción viable de manejo y puede explicar algunas de las ventajas de las aplicaciones fraccionadas de N y de la aplicación de urea tarde en el ciclo de crecimiento, en trigo manejado intensivamente .

De esta discusión sobre las formas de absorción de nutrientes y los beneficios de la nutrición con amonio para el crecimiento de maíz y trigo es aparente, que se debe prestar más atención a las aplicaciones fraccionadas de N. También debe reconocerse el papel de los inhibidores de nitrificación. Todas estas prácticas también ayudan a proteger el ambiente.

#### **Variabilidad de suelos y recomendaciones de fertilización**

No se ha tomado en cuenta la variabilidad del suelo dentro de una finca en el desarrollo de las recomendaciones de fertilización. Los límites de los lotes dentro de una finca rara vez coinciden con los cambios en tipo de suelo y la mayoría de los lotes contienen varios suelos con diferente potencial de producción. En áreas de superficie irregular pueden haber diferencias grandes en el contenido de nutrientes y agua, dependiendo de la posición del sitio en la pendiente.

Las recomendaciones de fertilización promedio para un lote completo, antes que partes específicas del lote con diferentes tipos de suelo, pueden resultar en adecuada o excesiva aplicación de fertilizantes dependiendo de la naturaleza y de la productividad de los suelos. Se está haciendo obsoleto el manejar lotes grandes como una unidad individual, aun cuando parezcan ser uniformes. Se recomienda el ajustar las aplicaciones de fertilizantes y otros insumos a las diferencias de suelo y esta recomendación es actualmente aplicada por agricultores progresistas. Al hacer esto se reducen los costos, se incrementa la rentabilidad y se mantiene o mejora la calidad del suelo y el agua. Los avances en la tecnología de manejo de la fertilidad del suelo en lotes diferentes en una finca se discuten más adelante en este artículo.

#### Agricultura por tipo de suelo

La agricultura por tipo de suelo (APTS) es un concepto que está siendo investigado tratando de acomodar la variabilidad de nutrientes en el suelo dentro de los lotes en una finca. Existen dos métodos al momento. Estos son: El potencial del suelo y el método de la cuadrícula de nutrientes (Wollenhaupt y Buchholz, 1992).

En el método del potencial del suelo, se determina la variabilidad de nutrientes dentro de los límites del lote, basándose en un mapa de unidades de suelo y/o en combinación con fotografía aérea, como las fotografías de falso color infrarrojo. Con este método se asume que el contenido de nutrientes en el suelo puede ser adecuadamente determinado al tomar muestras compuestas dentro de un tipo particular de suelo o agrupando suelos similares y que los suelos tienen diferentes potenciales de rendimiento y por esta razón se pueden obtener significativas ganancias en manejo de nutrientes al fertilizar los suelos de acuerdo a su diferente potencial de rendimiento.

El método de la cuadrícula de nutrientes subdivide los lotes en pequeñas celdas bases o cuadrículas. El tamaño de las celdas es generalmente de 0.8 a 1.2 ha. Las muestras de suelo se toman dentro de la celda y se mezclan para el análisis. Recientemente se ha empezado a tomar las muestras de suelo dentro de un pequeño radio en el punto de intersección de las cuadrículas. Las muestras del suelo se analizan por los nutrientes disponibles y los resultados se incorporan a un mapa de manejo de nutrientes. Las dosis de fertilizante a aplicarse varían de acuerdo entonces al mapa de manejo de nutrientes.

Las dosis de fertilizantes pueden modificarse aun más teniendo en cuenta las diferencias en el potencial de rendimiento de los suelos.

Aun cuando la fertilización con los métodos APTS puede reducir los costos del fertilizante, el costo total de fertilizar por estos métodos puede ser de 4 a 7 dólares más alto que el sistema convencional de fertilizar con una sola dosis por lote. Los factores que contribuyen al más alto costo de los métodos APTS incluyen: equipo especial de aplicación más muestreo y análisis de suelos, manejo de datos y la construcción del mapa. Sin embargo, estos métodos tienen un buen potencial debido a los beneficios ambientales derivados del uso eficiente de N, y cuyo costo no se puede calcular fácilmente.

#### BIBLIOGRAFIA

- Bauer, A., A.L. Black, and A. B. Frank. 1988. Nitrogen fertilization in relation to spring wheat development stages. p. 129-136. In Proceedings Great Plains Fertility workshop. Volume 2. March 8-9, 1988. Denver, CO.
- Beaton, J.D. 1985. Fertilizer management and yield potential. p. 22-36. In Proceedings Fourth Annual Conservation Tillage Conference. Soil Conservation Society of America. February 26-27, 1985 Pullman, W.A.
- Below, F.E., and L. E. Gentry. 1988. Nitrogen source influences nutrient uptake. Better Crops with Plant Food 71 (2): 18-20.
- Bock, B.R. 1987. Increases in maximum yield of spring wheat by maintaining relatively high ammonium/nitrate ratios in soil. J. Fert. Issues 4: 68-72
- Fixen, P.E. 1987. Chloride fertilization: Recent research gives new answers. Crops and Soils (39) (6) 14-16.
- Hanson, R.L., and D.G. Westfall. 1983. Phosphorus solubility relationships of common N and P fertilizer injection zones. p. 50-52. In Abstracts of papers presented at the Western Phosphate Work Group, Western Soil and Water Research Committee.
- Harapiak, J.Y., and J.D. Beaton. 1986. Review: Phosphorus fertilizer considerations for maximum yields in the Great Plains. J. Fert. Issues 3: 113-123.
- Malhi, S.S., and M. Nyborg. 1982. An evaluation of carbon disulphide as a sulphur fertilizer and as a nitrification inhibitor. Plant Soil 65: 203-218.
- Murphy, L.S. 1984. Recent developments in fluid fertilizer application techniques. ANDA Fluid Fertilizers Seminar, October 25-26, 1984. Sao Paulo, Brazil.
- Murphy, L.S. 1984. Recent developments in fertilizer application techniques in the United States and Canada. p. 457-566. In E. Welte and I. Szabolcs (eds.) Fight against hunger through improved plant nutrition. 9th World Fertilizer Congress Proceedings, July 11-16, 1984. Budapest, Hungary.
- Randall, G.W., and R.G. Hoelt. 1988. Placement methods for improved efficiency of P. and K fertilizers:

- A review. *J. Prod. Agric.* 1: 70-78.
- Olness, A., and G.R. Benoit. 1992. Increasing the efficiency of fall-applied urea fertilizer by placing in big pellets or in nests. *Plant Soil* 52: 461-564.
- Olsen, S.R. 1986. The role of ammonium nutrition in higher yields. p. 6-15. In *Proceedings Great Plains Soil Fertility Workshop*. Volume 1. March 4-5. Denver, CO.
- Tsai, C.Y., D.M. Huber, D.V. Glover, and H. L. Warren. 1984. Relationship of N deposition to grain yield and N response of three maize hybrids. *Crop Sci.* 24: 277-281.

- Wollenhaupt, N.C., and D.D. Buchholz. 1992. Profitability of farming by soils. In *Proceedings Soil Specific Crop Management: A workshop on Research and Development Issues*. April 14-16, 1992. Minneapolis, MN.

## SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE PLANTIO DIRECTO (LABRANZA CERO) EN SISTEMAS SUSTENTABLES

*Comentario escrito por el Dr. Bernardo van Raij. Instituto Agronómico de Campinas. Campinas, Sao Paulo, Brasil.*

El sistema de Siembra Directa o Labranza Cero, el más extraordinario sistema de conservación de suelos, ha avanzado en forma notable en los últimos años. Este hecho quedó demostrado en el Simposio Internacional sobre Siembra Directa en Sistemas Sustentables, llevado a cabo en la Ciudad de Castro, Estado de Paraná, Brasil, del 8 al 12 de marzo de 1993. Este evento contó con la participación de cerca de 500 personas que representaron a Brasil, Argentina, Uruguay, Paraguay, Chile, Bolivia, México y Estados Unidos. El simposio tuvo tres días de presentaciones plenarias y un día de campo.

Los temas tratados en esta reunión fueron amplios, abordando temas como el papel de la Siembra Directa en la conservación del suelo y en la sustentabilidad del ecosistema y la adopción de ese sistema de manejo de suelo en diversas regiones del Brasil y en otros países. Además se discutieron un sinnúmero de aspectos técnicos como rotación de cultivos, control de malezas, sistemas de labranza reducida, adopción de maquinaria, aspectos fitosanitarios, biología y fertilidad del suelo, etc..

El simposio fue organizado por la fundación ABC, una institución fundada por las cooperativas Arapoti, Batavo y Castrolanda de la región de Campos Gerais, Sur de Paraná, Brasil. El principal objetivo de la fundación es el de buscar soluciones para la agricultura regional.

En la región de influencia de la Fundación ABC se han obtenido los mejores resultados en el combate a la erosión y eso explica la gran atracción que el Simposio ejerció sobre el ámbito Internacional.

El avance de la siembra directa en las tres cooperativas que forman la Fundación ABC es impresionante. En 1600 propiedades, el 95% de las 150 000 hectáreas cultivadas están bajo el sistema de Siembra Directa y las producciones medias alcanzadas (7 t/ha de maíz, 2.8 t/ha de soya y 2.5 t/ha de trigo) superan en mucho a las medias de producción de Brasil.

Fueron sorprendentes además las noticias de los avances de la Siembra Directa en otros países. Argentina que tenía 6000 hectáreas bajo Siembra Directa en el año agrícola 1986-1987, pasó a 900000 hectáreas en el año agrícola 1992-1993. México avanzó de 8000 hectáreas en 1984 a 360000 hectáreas en 1992. En los Estados Unidos, solo en 1992 se incorporaron más de 3.5 millones de hectáreas al sistema de Siembra Directa.

Durante el simposio se lanzó el libro "Manejo de la Fertilidad del Suelo en Siembra Directa" escrito por el Ingeniero Agrónomo Joa Carlos de Moraes Sá. Este libro, que refleja mucho la experiencia del autor, trae información útil sobre fertilidad y prácticas de corrección de la acidez y abonamiento en este tipo de manejo de suelo, caracterizado por la ausencia de remoción o labranza de la capa arable y por un enriquecimiento superficial con materia orgánica y nutrientes. Esta es una obra indispensable para todos los que tengan algún interés en Siembra Directa. Información de como obtener este libro se puede conseguir escribiendo a la Fundación ABC: Cx. P. 892. 84001 Pontagrosa, Paraná, Brasil. Las memorias del simposio serán publicadas dentro de algunos meses.



## SE PUBLICO LA QUINTA EDICION DE "SOIL FERTILITY & FERTILIZERS"

Se encuentra disponible la quinta edición del libro "Soil Fertility and Fertilizers", obra que desde hace mucho tiempo ha sido considerada como el libro más destacado en este campo. Los autores son: Dr. Samuel L. Tislade, Dr. Werner L. Nelson, Dr. James D. Beaton and Dr. Jhon L. Havlin.

Los Drs. Tislade y Nelson, lamentablemente ya fallecidos, fueron los autores del texto de la primera edición publicada en 1956. El Dr. Beaton y su nuevo co-autor el Dr. Havlin han dedicado esta quinta edición a la memoria de los Drs. Tislade y Nelson.

El texto entrega una introducción completa a las propiedades biológicas, químicas y físicas que afectan la fertilidad del suelo y la nutrición de las plantas. Esta nueva edición cubre todos los aspectos del manejo de nutrientes para obtener rentabilidad en la producción de cultivos, dando énfasis a la minimización del impacto ambiental. Además se examinan aspectos relacionados al manejo del suelo y de los cultivos en la productividad agrícola sustentable. Los autores han incluido numerosos ejemplos de cálculos, mapas, gráficos, fotografías y resúmenes de capítulos.

Los cambios hechos en esta edición incluyen una presentación más sencilla para hacerla más accesible a estudiantes. El material ampliado discute la importancia de la fertilidad del suelo y el manejo de nutrientes en la productividad agrícola sustentable a largo plazo.

El nuevo co-autor, Dr. J. Havlin, cubre la información añadida a esta edición en un estilo que hace que el material sea efectivo como una herramienta de enseñanza. El Dr. Havlin, profesor asociado de Fertilidad de Suelos de la Universidad Estatal de Kansas, fue galardonado con el premio J. Fielding Reed ofrecido por el Instituto de la Potasa y el Fósforo (PPI) en 1981.

La quinta edición de "Soil Fertility and Fertilizers" (ISBN 0-02-420835-3) está disponible en Macmillan Publishing Company, 445 Hutchinson Avenue, Columbus, OH 43235-5677. USA. El costo del libro es de US \$ 69 dólares más el costo de envío.

## REPORTE DE INVESTIGACION RECIENTE

### RESPUESTA DEL MAIZ A APLICACIONES DE NITROGENO Y DE NITROGENO MAS NITRAPYRIN ANTES DE LA SIEMBRA.

*Christensen, R.H., J.R. Huffman. 1989. Response of corn to preplant applications of nitrogen and to nitrogen plus nitrapyrin. J. Prod. Agric. 5:352-358.*

Algunos factores, entre los que se cuentan dosis de N, fuente de N, época de aplicación de N y el uso de inhibidores de nitrificación pueden influenciar el rendimiento de maíz (*Zea mays* L.) y la eficiencia del uso de N. Se condujo un experimento de campo durante 7 años para determinar si el uso de nitrapyrin [2-chloro-6 (trichloromethyl) pyridine] aplicado a la siembra y al voleo junto con urea o solución urea-NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> (UAN) podría influenciar el rendimiento de grano, humedad del grano a la cosecha, peso de la mazorca y otros parámetros. Los tratamientos utilizados fueron el testigo y dos dosis de N con y sin nitrapyrin cada año por 6 años consecutivos. En

el séptimo año se cultivó maíz en las mismas parcelas sin aplicar el N para evaluar el efecto residual de los tratamientos. Se observó una consistente respuesta en rendimiento a la aplicación de N en todos los años incluyendo el año residual. El uso de nitrapyrin incrementó los rendimientos con las dos dosis de N pero se obtuvo el beneficio más grande a las dosis más bajas de N adicionalmente, los rendimientos obtenidos con nitrapyrin y dosis bajas de N fueron consistentemente iguales a los rendimientos producidos con las dosis altas de N sin nitrapyrin. Las diferencias en rendimiento fueron el resultado de una combinación de factores que incluyen el incremento de mazorcas por parcela y el incremento de peso por mazorca. El incremento en las dosis de N y el uso de nitrapyrin resultó en niveles menores de humedad de grano en algunos años. En el año residual los rendimientos fueron más altos en las parcelas donde se había aplicado N previamente. Los rendimientos más altos se presentaron en las parcelas en las cuales se usó nitrapyrin sugiriendo una mejor residualidad de N por efecto del uso del producto.

## EFFECTO DEL TIEMPO DESPUES DE LA FERTILIZACION FOSFATADA EN EL ANALISIS DE P DISPONIBLE EN EL SUELO.

Esilaba, A.O., B. Eghball, and D.H. Sander. 1992. Soil test phosphorus availability as affected by time after phosphorus fertilization. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 56:1967-1973.

La disponibilidad en el suelo del fertilizante fosfatado se reduce con el paso del tiempo después de la fertilización. Los análisis de suelo de rutina u otras formas de estimar el fósforo disponible para la planta deben reflejar adecuadamente este cambio. El objetivo de este estudio fue el de determinar el efecto del tiempo en contacto del fertilizante fosfatado con el suelo en la habilidad de los métodos de análisis comúnmente utilizados para extraer fósforo disponible para la planta. Se condujeron varios experimentos para determinar la relación entre P disponible evaluado por el valor A y los análisis de P de Bray y Kurtz (BK), Bicarbonato de Sodio (BS) y Mehlich No.2 (ME). Se asumió que el valor A, obtenido con el uso de trazadores isotópicos, es el mejor método para determinar P disponible para la planta. Muestras de un suelo ácido clasificado como Sandy, Mixed, Mesic, Udorthentic Haplustoll y un suelo calcáreo clasificado como Fine-Silty, Mixed, Mesic, Typic, Haplustoll, fueron encubados con 0, 10, 20, 40, y 80 mg/P/kg por 4, 8, y 20 meses a capacidad de campo, después de cada periodo de incubación se plantó avena (*Avena sativa* L.), en el invernadero con aplicaciones adicionales de 0, 10 y 20 mg/P/kg marcado con <sup>32</sup>P. Se determinó el valor A para cada periodo de incubación y este valor fue correlacionado con los resultados del análisis de suelo. Se determinó también los productos de solubilidad para cada una de las dosis y períodos de incubación. Después de 4 y 8 meses de incubación los análisis BK, BS y ME no extrajeron el P disponible para las plantas adecuadamente al comparar estos resultados con los valores A utilizados con los estándar. Después de cuatro meses de incubación el análisis con BS, subestimaba el P disponible hasta en un 50% en el suelo calcáreo mientras que el análisis BK sobrestimaba el P disponible en el suelo ácido en 40%. Aun cuando no hubo un mejoramiento después de los 8 meses de incubación los tres análisis de suelo extrajeron precisamente el P disponible después de 20 meses cuando el P del fertilizante y el P del suelo llegaron al equilibrio. El análisis de los productos de solubilidad no tuvieron suficiente sensibilidad para identificar los diferentes compuestos en el suelo y el efecto de la incubación sobre ellos. Los resultados indican que existen un alto potencial de error en las recomendaciones de fertilización cuando las muestras se toman y analizan antes de que se logre equilibrio entre el P de fertilizante y el P del suelo.

## CALIDAD DE PANIFICACION DEL TRIGO Y EL CONTENIDO DE AZUFRE. I. INFLUENCIA DE LAS CONCENTRACIONES DE AZUFRE Y PROTEINA EN EL GRANO EN EL VOLUMEN DEL PAN.

Haneklaus, S., E. Evans, E. Schnug. 1992. Baking quality and sulphur content of wheat I. Influence of grain sulphur and protein concentrations on loaf volume. *Sulphur in Agriculture*. 16:31-34.

Se condujo investigación sobre la relación entre el contenido de S en el grano y los parámetros de calidad de panificación de trigo en muestras de los experimentos de variedades de Alemania e Inglaterra. Los resultados de estos experimentos demostraron que el incremento de la concentración de S en el grano está directamente relacionada con el mejoramiento con la calidad de panificación de la harina de trigo. En promedio, una diferencia de 0.1% de S en el grano corresponde a un volumen de 40-50 ml de pan elaborado. La variabilidad en la concentración de azufre en el grano explica hasta en 40% la variabilidad en el volumen del pan. Se observaron efectos claros de interacción entre las concentraciones de S y N en el volumen del pan.

## EFFECTO RESIDUAL DEL ENCALADO Y DE LA FERTILIZACION POTASICA SOBRE LA QUEMA FOLIAR (*Cercospora kikuchii*) DE LA SOYA

Ito, M.F., M.A.S. Tanaka, H.A.A. Mascarenhas, R.T. Tanaka, C. Dudienas, e P.B. Gallo. 1993. Efeito residual da calagem e da adubacao potassica sobre a queima foliar (*Cercospora kikuchii*) da soja. *Summa phytopathologica, Piracicaba*, 19(1):21-3.

Se evaluó el efecto residual de la fertilización potásica y del encalado aplicado en el año 1980, sobre la incidencia de la quema foliar provocada por *Cercospora kikuchii* en las cosechas de soya cultivar IAC9 de los ciclos 1986/87 y en 1987/88. El experimento se condujo en el municipio de Mococa, SP, en un suelo Podzólico en el cual se aplicaron dosis de 0, 150, 300, 450 y 600 kg/ha de K<sub>2</sub>O en forma de cloruro de potasio asociadas con dosis de 0, 3, 5 y 7 t/ha de cal dolomítica. Se evaluó la incidencia de la enfermedad al inicio del estadio R6 a través de una escala que fue de 0 (ausencia de síntomas a 5 más del 75 % de las plantas con síntomas). La fertilización potásica elevó significativamente la productividad en ambos sitios de cosecha así como las concentraciones de nutrientes en las hojas y el correspondiente decrecimiento de la incidencia en la enfermedad. No hubo efecto consistente del encalado sobre la enfermedad en los dos años evaluados.

## CURSOS Y SIMPOSIOS

### 1. FERTILIZER MARKETING TRAINING PROGRAM

ORGANIZA : IFDC International Fertilizer  
Development Center  
LUGAR : Bangkok, Thailand  
FECHA : Diciembre 6-17  
INFORMACION : International Fertilizer  
Development Center  
P.O.Box 2040  
Muscle Shoals, Alabama 35662  
EUA.  
Telf.: 205 381 6600  
Fax.: 205 381 7408

### 2. APLICACION DE MICRO COMPUTADORAS EN RIEGO Y DRENAJE (I & E)

ORGANIZA : Centro Internacional de Riegos  
LUGAR : U.S.A. Logan, Utah  
FECHA : Enero 3 Febrero 13 de 1994  
INFORMACION : International Irrigation Center  
Utah State University  
Logan, Utah 84322-4150  
Telf.: 801 750 2800  
Fax.: 801 750 1248

### 3. ADVANCES IN FERTILIZER AND IRRIGATION TECHNOLOGY IN SUSTAINABLE AGRICULTURE (AFI) TRAVELING PROGRAM

ORGANIZA : IFDC  
LUGAR : U.S.A. Locations  
FECHA : Mayo 9-20 de 1994  
INFORMACION : IFDC  
P.O. Box 2040  
Muscle Shoals, Alabama 35662  
Telf.: 205 381 6600  
Fax.: 205 381 7408

### 3. DISEÑO EVALUACION Y PROGRAMACION DEL RIEGO EN LA FINCA

ORGANIZA : Centro Internacional de Riegos  
LUGAR : U.S.A. Colorado  
FECHA : Mayo 1 Junio 11 de 1994  
INFORMACION : International Irrigation Center  
Utah State University  
Logan, Utah 84322-4150  
Telf.: 801 750 2800  
Fax.: 801 750 1248

### 5. POLICY OPTION FOR PROMOTING SUSTAINABLE AGRICULTURE AND NUTRIENT MANAGEMENT (PO)

ORGANIZA : IFDC  
LUGAR : U.S.A. Washington D.C.  
FECHA : Junio 20 Julio 1 de 1994  
INFORMACION : IFDC  
P.O. Box 2040  
Muscle Shoals, Alabama 35662  
Telf.: 205 381 6600  
Fax.: 205 381 7408

### 6. 15th INTERNATIONAL CONGRESS OF SOIL SCIENCE

ORGANIZA : Sociedad Internacional de la  
Ciencia del Suelo.  
LUGAR : Acapulco-México  
FECHA : Julio 10-16 de 1994  
INFORMACION : Centro de Edafología  
Colegio de Posgraduados  
P.O. Box 45  
56230 Chapingo, México  
Telf.: 595 45 7 23  
Fax.: 595 4 57 01

## PUBLICACIONES DE INPOFOS

Las siguientes publicaciones de INPOFOS se encuentran disponibles con un costo nominal

	COSTO US \$
* <b>Manual de Fertilidad de Suelos.</b> Publicación didáctica sobre uso y manejo de suelos y fertilizantes.	\$ 10.00
* <b>POTASA: Su Necesidad y Uso en Agricultura Moderna.</b> Esta publicación cubre aspectos como funciones de potasio en las plantas, necesidad, síntomas de deficiencia y el eficiente uso de fertilizantes potásicos.	\$ 2.00
* <b>Fertilización del Banano para Rendimientos Altos.</b> En esta publicación se discuten en amplitud los requerimientos nutricionales, ciclaje de nutrientes, análisis foliar y de suelos y fertilización del cultivo del banano.	\$ 3.00
* <b>Fertilización del Algodón para Rendimientos Altos.</b> Publicación que cubre en forma detallada los requerimientos nutricionales, análisis foliar y de suelos y fertilización del cultivo del algodón.	\$ 3.00
* <b>CAFETO: Cultivo y Fertilización.</b> Esta publicación discute ampliamente el origen, distribución y prácticas culturales, cobertura del suelo, enfermedades y plagas y fertilización científica del Cafeto.	\$ 8.00
* <b>Diagnóstico Nutricional de los Cultivos.</b> Publicación que cubre en forma completa, pero razonablemente simple, todos los factores que permiten diagnosticar los problemas nutricionales, para evitar que éstos sean limitantes en la producción de cultivos.	\$ 3.00
* <b>Conozca y Resuelva los Problemas del Maíz.</b> Plegable que describe los síntomas de deficiencia de nutrientes y otros síntomas relacionados con la nutrición del maíz, como guía para la obtención de rendimientos altos.	\$ 0.50



INPOFOS-INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FOSFORO

Casilla Postal 17-17-980  
QUITO ECUADOR

IMPRESOS

CORREO AEREO



BY AIR MAIL