MARIA AMEIJEIRAS, BENITO SANCHEZ
y RAMON DIOS

EXPERIENCIAS CON FERTILIZANTES EN SUELOS GALLEGOS

III. EFECTO DE DIFERENTES FERTILIZANTES NITROGENADOS SOBRE LA PRODUCCION Y EL CONTENIDO PROTEINICO DEL GRANO DE MAIZ

PUBLICADO EN
ANALES DE EDAFOLOGIA Y AGROBIOLOGIA
TOMO XXII, NÚMS. 3-4.—MADRID, 1963

EXPERIENCIAS CON FERTILIZANTES EN SUELOS GALLEGOS

III. EFECTO DE DIFERENTES FERTILIZANTES NITROGENADOS SOBRE LA PRODUCCION Y EL CONTENIDO PROTEINICO DEL GRANO DE MAIZ

por

MARIA AMEIJEIRAS, BENITO SANCHEZ Y RAMON DIOS

Continuando nuestro programa de investigación de los factores de fertilidad que influyen en la producción, en el contenido proteínico y en el nitrógeno recuperado por el grano de maíz, realizado en años anteriores (1, 5), hemos llevado a cabo una experiencia para obtener información relacionada con la acción de diferentes fertilizantes comerciales sobre aquellos factores de la productividad.

El beneficio de las cosechas más comunes en la provincia de Pontevedra está determinado más directamente por el nitrógeno utilizable que por cualquier otro factor nutriente que controle la fertilidad del suelo. La producción de aquel cereal puede aumentarse notablemente aplicando elevadas cantidades de nitrógeno con, relativamente, moderadas adiciones de fertilizantes fosfo-potásicos y estiércol. Los datos experimentales, ya comunicados, indicaron que este cereal puede alcanzar niveles más altos por la adición de cantidades nitrogenadas, 1/2 más altas que el tratamiento NPK tomado como base anteriormente, resultando las adiciones de interés económico.

Aunque la forma de nitrógeno «nitrato» se indica como más utilizable que aquellas que experimentan alguna transformación en el suelo, la respuesta de los cultivos al nitrógeno amónico está, al menos en muchos casos, cerca de ser tan rápido como aquél, en análogas condiciones, principalmente en cultivos que se realizan en estaciones calientes. Algunos responden incluso mejor al nitrógeno amónico que a otras formas. El ión NO_3 puede perderse si se fertiliza en el período de mucha lluvia. La evidencia de gran parte de las Estaciones Experimentales indica que para muchas cosechas un fertilizante de acción ácida suele ser mejor que otro que tienda a producir una reacción alcalina.

Por otra parte, el uso de ciertas formas de nitrógeno puede, en principio, producir cosechas muy satisfactorias, pero el empleo continuo de tales cantidades de dicho nutriente podría, en pocos años, dar lugar a un grado de acidez que perjudique el crecimiento, ya aumentando la «acidez potencial», como el sulfato amónico, o disminuyéndola, como en la mayoría de los nitratos, dependiente de la capacidad de los suelos para retener cualquier constituyente de los fertilizantes.

La cantidad recuperada por el grano de maíz es variable de estación a estación, en diferentes campos y aún parcelas de experimentación, en función de la cantidad de nitrógeno accesible.

Nuestro intento es, pues, probar cuál de los fertilizantes nitrogenados más comunes favorece en períodos cortos y largos los factores indicados, aplicados a maíces híbridos en suelos de cultivo intensivo y averiguar con ello cuál es la técnica más rentable.

Parte experimental

Condiciones de la experiencia.

Como en años precedentes, las experiencias han sido efectuadas en la Misión Biológica de Galicia, Salcedo, Pontevedra, aunque también se extendieron a diferentes puntos de la región que se comunicarán en otros trabajos.

Campo: parcela Huerta 11.

Condiciones edáficas que han servido a este estudio: Suelo arenoso, ligeramente ácido, con una proporción débil de coloides minerales y buena de humus; buenas producciones anteriores. Buena profundidad, por debajo de metro y medio.

Análisis químico:

pH	5,93	P	50 mgs/Kg.	NH_4	12 mgs/Kg.
N (total)	0,24 %	K	60 » »	NO_3	3 » »
Mat. Org.	6,00 %	Ca	2.300 » »		
C/N	14,00	Mg	40 » »		

Análisis mecánico (por 100 de tierra fina).

Arena gruesa	59
Arena fina	29
Limo	7
Arcilla	5

Rotaciones: ninguna. Cultivos anteriores: maíz primavera-verano y «Ray Grass» en invierno.

Fecha de siembra: 6 de junio.

Fecha de recogida: 15 de octubre.

Temperatura media de junio a octubre: 18,7.

Condiciones de cultivo: surcos de 80 centímetros con grupo de tres plantas a la misma distancia. Se sembraron cuatro surcos, de los que se han tomado para los datos solamente los dos centrales, no dejando pasillos entre parcelas.

Disposición de la experiencia: bloques al azar con cuatro repeticiones.

Variedad: maíz híbrido, azucarado experimental de la Misión Biológica de Galicia.

Densidad de cultivo: 46.000 plantas/Ha.

Terreno de apariencia suficientemente uniforme.

Métodos analíticos, los indicados en anteriores trabajos (1).

Fertilizantes básicos en años anteriores: NPK (N = 110 Kgs/Ha.; P_2O_5 = 78 Kgs/Ha., y K_2O = 60 Kgs/Ha.).

Fertilizante fosfo-potásico de la experiencia: P_2O_5 = Kgs/Ha. —en todas las parcelas en forma de superfosfato del 17 por 100—; K_2O = = 73 Kgs/Ha. —como sulfato potásico excepto en el tratamiento V—; estiércol 20 Tons/Ha. Cada parcela ha recibido las siguientes dosis de nitrógeno llevadas a hectárea:

I. 440 Kgs/Ha. de Nitrosulfamón (26 %), 1/2 en profundidad y 1/2 de cobertera, 114 Kgs/Ha. N.

II. 550 Kgs/Ha. de Nitromoncal (21 %), 1/2 en profundidad y 1/2 de cobertera, 114 Kgs/Ha. N.

III. 275 Kgs/Ha. de sulfato amónico (20 %) en profundidad + 275 de nitrato sódico en cobertera, 110 Kgs/Ha. N.

IV. 275 Kgs/Ha. cianamida (20 %) + 275 nitrato sódico en cobertera, 110 Kgs/Ha. N.

V. 275 Kgs/Ha sulfato amónico (20 %) en profundidad + 275 de nitrato sódico en cobertera, 110 Kgs. N/Ha. adicionados de 150 Kgs/Ha. de cloruro potásico.

VI. 275 Kgs/Ha. de sulfato amónico en profundidad + 275 de nitrato sódico en cobertera, 110 Kgs. N/Ha. + cal.

VII. 275 Kgs/Ha. de sulfato amónico en profundidad + 275 de nitrato sódico en cobertera, 110 Kgs. N/Ha. + 80 Kgs/Ha. de sulfato magnésico.

VIII. 275 Kgs/Ha. de sulfato amónico en profundidad + 275 de nitrosulfato, 110 Kgs. N/Ha.

Durante el ciclo vegetativo se realizaron dos escardas.

En las parcelas V se reemplazó el sulfato potásico por el ClK para observar el efecto producido por esta variación. Los tratamientos VI se

llevaron a cabo para comprobar la suficiencia de los valores de calcio y si se producía algún efecto cuando se añade con los demás fertilizantes. Para confirmar si aun en las condiciones de la experiencia había deficiencia del elemento magnesio, localizada en anteriores investigaciones de exploración, se adicionó $SO_4Mg.\ 7H_2O$ comercial en el tratamiento VII.

Las adiciones del estiércol y de los abonos fosfo-potásicos se verificaron seis días antes de la siembra.

Resultados y discusión

La acción de los abonos enterrados al principio de junio produjo un desarrollo normal, no diferenciado en los tratamientos en cuanto al porte; el color verde intenso de la hoja indicaba que la cantidad de nitrógeno aportado a la planta era grande en todos los casos en este período, por cuya razón se retrasaron algunos días las adiciones de cobertera. Estas aplicaciones se hicieron ya cuando las plantas tenían un metro, aproximadamente. La prueba de tejido se llevó a cabo como hicimos en otras experiencias, en el momento de la polinización.

Como ya podía suponerse de la observación visual hasta el período de la prueba química, los resultados obtenidos que se indican en la tabla I, señalan un alto contenido de nitrógeno en todos los tratamientos, hasta el momento de la floración. Es igualmente elevada la concentración de fósforo, excepto en las aplicaciones sulfato amónico-nitrosulfato, en que el valor obtenido es medio, en contraste con la concentración baja de potasio en el interior de la planta, en todas las parcelas. Como se añadió una dosis suficientemente alta de potasa, porque los valores analíticos en el suelo eran bajos, el deficiente contenido en la planta pudiera ser debido a que su contenido fuera afectado por la cantidad de fertilizante nitrogenado, aunque al menos teóricamente, los abonos más ácidos deberían producir una mayor cantidad de potasio soluble. Por la apariencia de gran porte de los maíces en todas las parcelas, no parece que el crecimiento esté directamente relacionado con la concentración de este elemento mineral en el momento de la floración. La deficiencia visual de nitrógeno apareció en alguna de las subparcelas al final del período vegetativo, cuando la espiga estaba casi seca. La maduración comparativa no se retardó perceptiblemente, excepción hecha de las parcelas V, que secaron unos días antes.

El terreno que parecía homogéneo no lo es en realidad, como puede deducirse de las diferencias entre subparcelas de un mismo tratamiento, en las que se encuentran variaciones hasta de 2.000 Kgs/Ha. —tratamiento 8—. Es muy posible que esta anomalía sea debida a la diferencia de lavado por la lluvia producido por la pendiente suave del terreno, siendo más húmeda, como sucede generalmente en estos casos, la parte

medio-baja que la alta. La disposición de cuatro bloques creemos que es suficiente para eliminar la influencia de la heterogeneidad del suelo.

Si se observa la misma tabla I, en la columna de producciones, las

TABLA I

Prueba de tejido, producción y porcentaje en proteína y nitrógeno recuperado en el grano resultante de la aplicación de diferentes fertilizantes nitrogenados.

Tratamiento	Prueba de tejido			Humedad %	Producción de grano/Ha. (15,5 % Humedad)	Contenido de proteína en grano (Nx6,25 %)	Nitrógeno recuperado en el grano/Ha.
	N	P	K				
I	A	A"	B—	33	9.345	11,06	87,34
II	A	A'	B—	33	9.374	11,19	88,64
III	A —	A	B—	36	9.755	11,13	91,74
IV	A	A	B—	33	9.709	11,56	93,62
V	A	A'	B—	37	8.886	11,40	91,11
VI	A	A"	B—	33	9.587	11,19	90,65
VII	A	A'	B—	33	10.128	10,94	94,84
VIII	A	A"	B—	38	9.359	10,96	85,49

diferencias en el peso de grano seco —humedad 15,5 por 100— no son notables si exceptuamos las parcelas V que después de la floración fueron las que se notaron más bajas en sus repeticiones y las VII en las que contrariamente se observaron ligero mayor porte. En la recogida el contenido del grano varió entre 33 y 38 por 100 no presentando correlación definida con la producción, diferencia que se observó también entre las parcelas del mismo tratamiento, no pudiéndose establecer una relación entre parcelas y el grado de humedad.

Con respecto al tratamiento III —1/2 de nitrógeno enterrado como sulfato amónico seis días antes de la siembra y la otra mitad de cobertera como nitrato sódico— que hemos considerado como óptimo en años anteriores, solamente le supera en producción de grano la adición de 80 Kgs/Ha. de SO_4Mg al sulfato amónico y en las mismas condiciones, lo que, juntamente con otras investigaciones, confirma en todos los puntos la eficiencia del ión Mg^{++} obtenida en la exploración. Es claro, dado los valores bajos hallados en todas las subparcelas, que el sustituir el sulfato potásico por el ClK, aún añadiendo la misma cantidad de metal, influyen negativamente en el rendimiento, posiblemente debido a una excesiva concentración de cloro.

Exceptuando el anterior tratamieno, las dosis de 275 Kgs/Ha. en profundidad y la misma cantidad de nitrato sódico como cobertera, cuando las plantas tenían alrededor de un metro de altura, ha dado los mejores resultados, como el año anterior, lo que se vió claramente en todos los

bloques. Los nitrosulfatos se mostraron equivalentes a los nitroamoniacales. En general, la más rápida acción como cobertera del nitrato sódico también parece manifestarse en esta experiencia.

TABLA II

Análisis de la varianza

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F
Bloques	3	3.530.173	1.176.724	
Tratamientos	7	3.733.822	533.403	2,49
Error	21	4.483.865	213.517	
TOTAL...	31	11.747 860		

Significativo para el nivel de 5 %
D. S. para P 0,05 —680 Kgs.

V menor que III, IV, VI, VII
VII mayor que I, II, V, *VIII*.

Si la tesis fundamental de que «el crecimiento está directamente relacionado con la concentración interna de los elementos minerales» es cierta, se cumple para el K_2O, cuya acción es débil como ya se indicó en experiencias anteriores y el mayor efecto es debido al N y al P_2O_5. Por las producciones obtenidas, las dosis de nitrogenados parecen suficientes para cubrir las necesidades de cultivo y sostener el suelo en buen estado de fertilidad, pero las de potasa deben modificarse en atención a su contenido y a la reacción en la planta, obtenida de la experiencia.

En la tabla II se señala el análisis de la varianza. La diferencia significativa del ensayo para P del 0,05 es de 680 Kgs/Ha y el análisis estadístico para el nivel del 5 por 100 muestran las relaciones siguientes:

$$V < III, IV, VI, VII$$
$$VII > I, II, V, VIII$$

Por las tablas de diferencias puede observarse que son significativos el tratamiento V con respecto a los superiores a él y VII referido a los inferiores. La influencia de la calidad de grano con respecto a la proteína no está en relación con la producción, comportándose irregularmente. Los dos tratamientos de mayor producción —III y VII— son de los menores contenidos en proteínas. La riqueza en proteína del maíz azucarado utilizado es particularmente alta, en comparación espe-

cialmente con ciertas variedades locales —6,9 por 100—. Todos los tratamientos contienen menos proteína que las parcelas cuya fertilización nitrogenada es a base de cianamida, y lo mismo sucede con el nitrógeno recuperado. A este respecto tampoco hay correlación con la producción ni con el contenido proteínico: la fertilización de mayor cosecha y menor contenido en proteína es la segunda en nitrógeno recuperado por hectárea. Los rendimientos en paja son sensiblemente proporcionales a los del grano y la relación varía poco de unos tratamientos a otros.

Resumen

Se hicieron estudios comparativos sobre el efecto de diferentes fertilizantes nitrogenados en la producción de grano, contenido en proteina y nitrógeno recuperado por el maíz cultivado en suelo ligero, arenolimoso. En todos los casos los fertilizantes se aplicaron en dos veces: ½ enterrado antes de la siembra y ½ como cobertera cuando las plantas tenían alrededor de un metro de altura. La experiencia incluye las adiciones de Nitro-Sulfamón, Nitromoncal, Sulfato amónico, Cianamida cálcica, Nitrosulfato y Nitrato sódico.

Las aplicaciones de 110 Kg. de nitrógeno elemental por hectárea como sulfato amónico y nitrato sódico con 80 Kg./Ha. de $MgSO_4$ dieron la producción máxima de grano y nitrógeno recuperado pero el contenido mínimo de proteina. La cianamida adicionada de nitrato sódico y el $SO_4(NH_4)_2 + NO_3Na$ — 110 Kg. N/Ha. — fueron casi igualmente efectivos siendo el nitrosulfato y nitromoniacal los compuestos que dieron menos producción, excepto cuando el SO_4K_2 se reemplazó por K Cl.

Summary

Compartives studies on the effect of several nitrogen fertilizers on the yield, protein, content and recovered nitrogen of Corn(Zea mays) grown on a light sandy loam were made. In all instances the nitrogen fertilizers were aplied in two times: ½ plowed under and ½ broadcast after the plants were four feet high. The test cover Nitrosulfamon, Nitromoncal, Ammonium sulfato, Calcium cyanamide, Nitrosulfate and Sodium nitrate additions.

The applications of 110 Kg. of elemental nitrogen per hectarea as Ammonium sulfate and Sodium Nitrate with 80 Kg./Ha. of $MgSO_4$ gave maximum yields of grain and recovered nitrogen but the minimum protein content. Cyanamide plus sodium nitrate and $(NH_4)_2SO_4 + NaNO_3$ — 110 Kg. N/Ha. — were almost equally effective. Nitrosulfate and Nitromoncal were the less effective sources of the nitrogen compounds except when K_2SO_4 was replaced by K Cl.

Bibliografía

(1) Dios, R., Sánchez, B. y Ameijeiras, M. 1954. Experiencias con fertilizantes en suelos gallegos. I. Acción combinada de los fertilizantes orgánicos y minerales sobre la producción y el contenido en proteina de maíces híbridos. An. Edaf. y Fis. Veg. XIII, 1-27.

(2) Garola, J. y Cadier, R. 1954. Fumure du maïs. Ann. Agron. V, 780.

(3) Huguet, M.me 1954. Fumure azotée de maïs hybride. Ann. Agron. V, 778.

(4) HURIEZ, H. 1954. Fumure azotée du blé d'antomne. Ann. Agron. V, 754.
(5) SÁNCHEZ, B., DIOS, R. y AMEIJEIRAS, M. 1955. Experiencias con fertilizantes en suelos gallegos. II. Influencia de la densidad de siembra y la fertilización sobre la producción y el contenido en proteína del grano de maíz. An. Edaf. Fis. Veg. XIV, 1-24.
(6) SECCIÓN DE QUÍMICA Y FERTILIDAD DE SUELOS DE LA MISIÓN BIOLÓGICA DE GALICIA. 1958. Consejos sobre los cultivos y su abonado en el Partido Judicial de Cambados. Pub. Diputación Provincial de Pontevedra. Junio de 1958.