



Comunicación Técnica No. 16  
ESTACION EXPERIMENTAL PICHILINGUE  
Octubre de 1988

Freddy Amores P.  
Francisco Mite V.

ASPECTOS RELACIONADOS CON LA  
FERTILIZACION DEL CULTIVO DE  
MAIZ EN EL LITORAL

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias  
Ecuador

## C O N T E N I D O

	<b>Pag.</b>
FERTILIZACION CON N .....	2
Fuentes de N .....	2
Cuando aplicar el N .....	2
Como aplicar el N .....	4
<b>Otros factores que afectan la respuesta</b>	
<b>del maíz al N</b> .....	6
Material de siembra .....	6
Número de plantas por hectárea .....	7
Fecha de siembra .....	8
Preparación del suelo .....	9
Zona donde se cultiva .....	9
FERTILIZACION CON P y K .....	10
Fuentes de P y K .....	10
Cuando y cómo aplicar P y K .....	11
Respuesta al P y K .....	12
FERTILIZACION DE OTROS NUTRIENTES .....	13
RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION .....	14

## ASPECTOS RELACIONADOS CON LA FERTILIZACION DEL CULTIVO DEL MAIZ EN EL LITORAL

Ing. Freddy Amores, M.Sc.\*

Ing. Francisco Mite, M.Sc.\*\*

El maíz es un cultivo exigente en nutrientes y agotador del suelo. Cada quintal de grano producido por hectárea, requiere que el cultivo tome del suelo alrededor de 1 Kg de nitrógeno (N). 0.25 Kg de fósforo (P) y 1 Kg de potasio (K). Por tanto, solo en suelos de buena fertilidad podrán obtenerse altos rendimientos; en caso contrario, el cultivo no desarrollará todo su potencial productivo.

Antes de sembrar es preciso conocer el nivel de fertilidad del suelo, a fin de elaborar un adecuado programa de fertilización. Para el efecto, se debe realizar un muestreo de suelos con 2 a 3 meses de anticipación a la siembra; las muestras se llevan al laboratorio más cercano para su análisis de fertilidad. Debe hacerse un análisis por lo menos una vez cada 2 años, así se hará un buen seguimiento de su capacidad nutricional.

La interpretación de los resultados del análisis debe realizarse conjuntamente con información complementaria, que en cierto modo servirá para confirmar los valores obtenidos. Dicha información comprende: síntomas de deficiencias nutritivas observadas en el cultivo, rendimiento obtenidos en los últimos años, historia de explotación y fertilización del terreno y resultados de pruebas de fertilización ejecutadas en la zona.

El nutriente que con más frecuencia está deficiente en el suelo es el N, seguido del P. y finalmente el K. Son estos los elementos que comúnmente se aplican como fertilizantes. Si es evidente la falta de otros nutrientes debe dársele también la atención necesaria, de otro modo la planta no aprovechará adecuadamente los nutrientes que están en niveles adecuados.

---

\* Jefe del Dpto. de Suelos de la Estación Experimental Tropical Pichilingue.

\*\* Director de la Estación Experimental Tropical Pichilingue.

Comprobada la insuficiencia de tal o cual nutriente, se utilizan los resultados obtenidos como base para la elaboración del plan de fertilización. En este proceso deben utilizarse como referencia las recomendaciones generadas por el INIAP u otros organismos de investigación. Para garantizar un buen trabajo es conveniente buscar el asesoramiento de un ingeniero agrónomo experimentado.

## FERTILIZACION CON N

### Fuentes de N

La fuente de fertilizante nitrogenado más común es la úrea, un producto granulado muy soluble en agua; tiene una concentración de 45% equivalente a 23 Kg de N por saco de fertilizante. En menor escala se usa el sulfato de amonio con 21% de N, este fertilizante tiene 10 kg por saco.

### Cuando aplicar el N

Durante la época lluviosa las pérdidas de N aumentan debido al lavado o lixiviación de este nutriente, por acción de las lluvias abundantes. Por tal motivo, para disminuir este riesgo se recomienda aplicarlo en forma fraccionada durante las primeras 6 a 7 semanas del cultivo. Así se aumenta su eficiencia (Kg de maíz producido por kg de N aplicado), al conseguirse una mejor distribución durante la fase vegetativa que es el período en que el maíz absorbe la mayor cantidad de N. El beneficio será mayor en "inviernos" fuertes.

Deben evitarse las aplicaciones tardías cuando el cultivo ya no necesita tanto N en el suelo, por ejemplo durante o después de la floración. Los excesos de N hacen que las plantas sean más propensas al acame, ataque de plagas y las hace más susceptibles a ciertas enfermedades. *(no cesar nunca)*

Por el contrario en la época seca, en zonas donde se puede sacar un ciclo de maíz con la humedad que se almacenó en el suelo al final de la época lluviosa, la fertilización con N no se debe fraccionar. Toda la dosis recomendada se aplica a la siembra o durante los primeros 15 días del cultivo. En este caso las aplicaciones tardías se harán menos eficientes, pues no habrá suficiente humedad superficial en el suelo para que el fertilizante se disuelva y pueda ser absorbido por las plantas.

En el cuadro 1 se presentan algunos resultados obtenidos por INIAP, respaldando lo que se ha dicho hasta ahora, respecto al momento más adecuado para aplicar el N en las épocas lluviosa o seca.

Cuadro 1. Influencia del momento de aplicación de N sobre el rendimiento del maíz.

Momento de aplicación	Rendimiento, Ton/ha <sup>1/</sup>	
	Epoca lluviosa	Epoca seca
Todo el N a la siembra	5.4	5.4
1/2 N a la siembra + 1/2 N a los 30 días	5.7	5.1
1/2 N a los quince días + 1/2 N a los 30 días	5.7	5.1
1/2 N a los 15 días + 1/2 N a los 45 días	5.7	5.0
1/3 N a los 15 días + 1/3 a los 30 días + 1/3 N a los 45 días	5.8	5.0

<sup>1/</sup> Los datos presentados son promedios de los resultados de 6 experimentos en cada época.

Si el maíz se cultiva con riego artificial también es conveniente fraccionar la fertilización con N. Sua aplicación debe hacerse un día antes de cada evento de riego, durante las primeras 6 a 7 semanas del cultivo. Con esto se logrará un mayor aprovechamiento tanto del N como del agua de riego.

### Como aplicar N

Si se trata de sistemas mecanizados de producción durante la época lluviosa, la primera fracción de N puede ser aplicada al voleo sobre el terreno, para su incorporación con el último pase de rastra. Dicha fracción puede aplicarse también en forma de bandas superficiales (o al voleo) a los 15 días después de la siembra. La elección de cualquier alternativa depende de la conveniencia del agricultor, pues no hay diferencia agronómica entre ellas.

Por otro lado, puede adoptarse por aplicar la primera fracción de N en la modalidad de bandas incorporadas al suelo a un costado de la hilera de siembra. Obviamente hay que utilizar la maquinaria sembradora-abonadora, adecuadamente calibrada para dejar caer la cantidad

correcta de fertilizante. La profundidad de esta banda será de por los menos 5 cm por debajo y a un lado de la profundidad a que se está sembrando, para evitar provocar quemaduras a la semilla. Resultados de estudios locales dan ventaja a esta modalidad sobre las otras (Cuadros 2), habiéndose observado un mejor desarrollo inicial del cultivo.

Cuadro 2. Influencia de la modalidad de aplicar la primera fracción de N sobre el rendimiento del maíz (Epoca lluviosa).

Modalidad aplicación de N	Rendimiento, <sup>1/</sup> Ton/ha
Bandas incorporadas	4.5
Voleo e incorporación	4.2
Voleo sobre el cultivo	4.1
Bandas superficiales	4.1

<sup>1/</sup> Los datos presentados son promedios de los resultados de 5 experimentos.

La segunda fracción de N se aplica en la modalidad de bandas superficiales, o al voleo sobre el cultivo. Si la aplicación al voleo se hace dentro de las primeras 5 semanas no se presentan problemas de fitotoxicidad (quemaduras), pues como se ha observado es mínimo el fertilizante retenido en el follaje. Sin embargo, aplicaciones posteriores podrían causar algún daño.

Durante la época seca es preferible volear toda la dosis de N para incorporarla en el suelo con el último pase de rastra previo a la siembra. El fertilizante queda completamente mezclado en el suelo húmedo, sin peligro de lavado o desnitrificación. Con esta modalidad es fundamental un excelente control de malezas al inicio del cultivo, pues de otro modo se favorece un exuberante desarrollo de las malas hierbas, produciéndose una fuerte competencia en el cultivo por el N aplicado y agua del suelo.

No es conveniente aplicar altas dosis de N en la modalidad de banda incorporada. Existe la posibilidad de acumulación de apreciables cantidades de amonio cerca de las semillas, retardando el desarrollo del cultivo durante los primeros días y produciéndose clorosis de las plántulas.

En sistemas manuales de producción tanto si el cultivo se desarrolla durante la época lluviosa o en la seca, el fertilizante nitrogenado se aplica en la modalidad de banda superficial o al voleo sobre el cultivo. Parte de N puede incorporarse en el suelo colocándose en hoyos profundos hechos con "espeque" a lo largo de las hileras del cultivo, hoyos que luego se tapan. Esta práctica se justifica especialmente en los terrenos con mucha pendiente. Así se evitará en partes pérdidas superficiales del fertilizante nitrogenado por efecto de las lluvias.

### Otros factores que afectan la respuesta del maíz al N

#### Material de siembra

Si se siembra maíz híbrido, su potencial de rendimiento permite la utilización más eficiente del N, es decir se produce un mayor incremento de rendimiento por kg de N aplicado, que cuando se siembra variedades (Cuadro 3). Conforme el tiempo de explotación de los terrenos transcurre estos incrementos también son más evidentes.

Por otra parte, hay que considerar también que los materiales híbridos necesitan también un manejo más exigente en todo aspecto.

Cuadro 3. Respuesta del maíz híbrido INIAP-H550 y la variedad INIAP-526 a la fertilización con N.

Cultivar	Rendimiento, Ton/ha <sup>1/</sup>		
	Sin N	Con N	Incremento
Híbrido INIAP-H550	4.0	4.9	0.9
Variedad INIAP-526	3.3	4.0	0.7

<sup>1/</sup> Los datos presentados son el promedio de los resultados de 6 experimentos.

## Número de plantas por hectárea

El total de la superficie foliar fotosintéticamente activa también depende del número de plantas por hectárea. Una población excesiva dará lugar a un mayor autosombreamiento. Esto hace que las plantas crezcan más al tratar de recibir más luz. Este crecimiento artificial<sup>o</sup> da lugar a plantas alargadas con tallos débiles, las cuales serán fáciles de volcarse. Al contrario, un bajo número de plantas por hectárea no desarrollará suficiente área foliar para aprovechar toda la luminosidad; tampoco utilizarán al máximo las reservas nutritivas del suelo. Todo lo dicho tiene influencia sobre la respuesta del maíz al N como se observa en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Influencia del número de plantas/ha sobre las respuestas del maíz al N.

Número de plantas/ha	Rendimiento, Ton/ha <sup>1/</sup>		
	Sin N	Con N	Incremento
35000	4.1	4.5	0.4
45000	4.3	4.6	0.3
55000	4.2	5.3	1.1
65000	3.9	4.9	1.0
75000	3.6	4.5	0.9

<sup>1/</sup> Los datos presentados son el promedio de los resultados de 4 experimentos.

De allí que para cada variedad existe una población óptima a usarse en cada hectárea. La respuesta del maíz a un incremento de población dependerá del nivel de fertilidad. Un suelo mal abastecido de N no puede soportar grandes poblaciones, en cambio un suelo con suficiente N, puede soportar poblaciones altas. Obviamente los mayores incrementos a la fertilización nitrogenada se obtendrán cuando se usan poblaciones altas.

Como regla general también se puede tener presente que los lugares donde la luminosidad sea bajo lo más recomendable será usar poblaciones bajas, en cambio en los lugares donde la luminosidad sea alta podrá usarse poblaciones altas.

### Fecha de siembra

Las siembras tempranas del maíz, realizadas tan pronto como se inician las lluvias, aumentan substancialmente el beneficio de la fertilización con N, y al mismo tiempo hace que las plantas hagan un mejor uso del N que existe en el suelo en forma nativa. Por el contrario, si el maíz se siembra atrazado no aprovecha bien el N y su rendimiento es bajo (Cuadro). Mientras más temprana sea la siembra se obtendrán los máximos rendimientos. Las siembras tardías son perjudiciales para la economía del productor, éste tiene más problemas de acame, plagas y enfermedades.

Cuadro 5. Influencia de la fecha de siembra sobre las respuestas del maíz al N.

Fecha se siembra	Rendimiento, Ton/ha 1/		
	Sin N	Con N	Incremento
Diciembre 30	6.0	7.6	1.6
Enero 15	4.5	6.0	1.5
Enero 30	2.5	3.1	0.6
Febrero 15	1.5	2.1	0.6
Marzo 2	1.4	1.8	0.4

1/ Los datos presentados son el promedio de los resultados de dos experimentos.

Las siembras tempranas en la época seca si se trata de maíz de secano favorecen un máximo aprovechamiento de la humedad del suelo y por tanto del fertilizante nitrogenado,

## Preparación del suelo

El grado de preparación del suelo, particularmente cuando se trata de extremos opuestos constituye otro factor que influye sobre la respuesta del maíz al N. Según pruebas realizadas, la falta de preparación (labranza cero) parece restringir el volúmen de suelo explorado por las raíces del cultivo, lo que resulta en un menor aprovechamiento tanto del N proveniente del fertilizante como del N que en forma nativa tiene el suelo (Cuadro 6). Sin embargo, este último sistema tiene sus ventajas en terrenos con riesgos de erosión como una medida de protección del suelo.

Cuadro 6. Influencia de la labranza cero y labranza convencional sobre la respuesta del maíz a la fertilización con N.

Labranza	Rendimiento, Ton/ha <sup>1/</sup>	
	Sin N	Con N
Cero	2.9	4.9
Convencional	3.7	5.4

<sup>1/</sup> Los datos presentados son el promedio de los resultados de dos experimentos.

## Zona donde se cultiva

Por cuestiones climáticas o de suelos ciertas zonas o sectores dedicados al cultivo de maíz, tienen potencial para rendimientos más altos y por tanto la capacidad de respuesta a la fertilización con N también será mayor. Este es un factor que hay que tomar muy en cuenta cuando se trata de extrapolar de un sitio a otro recomendaciones sobre el uso de tal o cuál dosis de N. En el cuadro 7 se presentan resultados obtenidos en 2 sectores, cuya principal diferencia es el nivel de fertilidad del suelo y luminosidad. En Quevedo ambos factores se encuentran a un nivel superior que los que ocurren en Valencia.

Cuadro 7. Comparación de los rendimientos obtenidos y respuesta al N de 2 sectores de la zona central del litoral durante la época lluviosa.

Sector	Rendimiento, Ton/ha/		
	Sin N	Con N	Incremento
Quevedo	4.7	6.6	1.9
Valencia	3.6	5.3	1.7

1/ Los datos presentados son el promedio de los resultados de 4 experimentos en cada sector.

### FERTILIZACION CON P y K

Los fertilizantes a base de P y K se mueven poco en el suelo. Por ello hay necesidad de incorporarlos en la capa arable para su mejor aprovechamiento, pues su aplicación superficial será poco eficiente.

#### Fuentes de P y K

Existen fertilizantes como superfosfato simple y superfosfato triple que contienen solo P, ó como el muriato de potasio que contiene solo K. Sin embargo, es común encontrar en el mercado fertilizantes de fórmula completa, es decir que tienen al mismo tiempo N, P y K. Entre ellos tenemos los de fórmula 10-30-10, 8-20-20, 12-36-12 15-15-15 y 12-24-12.

La información presentada en el cuadro 8 puede ayudar en los cálculos de fertilizantes que se deben de hacer para asegurarse de que se está aplicando las dosis recomendadas de P y K. Si se usan fertilizantes de fórmula completa debe tenerse en cuenta el porcentaje de N que contiene, y completar la diferencia de N con urea ó sulfato de amonio.

Cuadro 8. Porcentajes y cantidades de N-P-K de varios fertilizantes simples y de fórmula completa.

Fertilizantes	%			Kg/saco de fertilizante		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Superfosfato simple	0	20	0	0	10	0
Superfosfato triple	0	46	0	0	23	0
Muriato de potasio	0	0	60	0	0	30
Fosfato diamónico	18	46	0	9	23	0
10-30-10	10	30	10	5	15	5
8-20-20	8	20	20	4	10	10
12-36-12	12	36	12	6	18	6
15-15-15	15	15	15	7.5	7.5	7.5
12-24-12	12	24	12	6	12	6

Por ejemplo si se dispone de úrea, fosfato diamónico y la fórmula completa 8-20-20 para fertilizar una hectárea de maíz con 100 kg de N, 60 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 30 Kg de K<sub>2</sub>O, tendremos que luego de hacer los cálculos respectivos se necesitará aplicar 3.7 sacos de úrea, 1.3 sacos de fosfato diamónico y 3.0 sacos de fertilizante 8-20-20.

#### Cuando y como aplicar P y K

Los fertilizantes a base de P y K se aplican antes o durante la siembra del maíz. Las aplicaciones hechas posteriormente no son eficientes.

Antes de la siembra el fertilizante se distribuye al voleo sobre la superficie del terreno y luego se incorpora en el suelo con el último pase de rastra. Así se mezcla con la capa arable favoreciéndose su solubilidad y distribución en la zona de mayor crecimiento radicular.

Durante la siembra, se coloca en banda incorporada a unos 5 cm al costado de la hilera de semillas mediante la máquina sembradora abonadora. Esta debe calibrarse adecuadamente para dejar caer la cantidad correcta de fertilizante a una profundidad de 6 a 8 cm. Dosis bajas de una fórmula completa con alto contenido de P estimula gradualmente el crecimiento inicial del cultivo, principalmente en suelos de baja fertilidad.

### Respuesta al P y K

Varios trabajos realizados en la zona central del litoral han demostrado que el maíz responde positivamente a la fertilización con P, favoreciendo un uso más eficiente del N. Los resultados presentados en el Cuadro 9, ilustran dicha situación.

Cuadro 9. Rendimiento del maíz en función de fertilización con P en la zona central del litoral.

Tratamientos	Rendimiento, <u>1/</u> Ton/ha
Testigo	4.5
N	5.2
NP	5.8

1/ Los datos presentados son el promedio de los resultados de 5 experimentos.

En suelos con buenos niveles de K debe tenerse cuidado de no agotar a mediano plazo dichas reservas naturales. Esto se consigue devolviendo al suelo por lo menos el K extraído con cada cosecha con el fin de mantener una producción estable y no deteriorar la fertilidad del suelo. Es lo que se conoce como fertilización de mantenimiento, la misma que debe ser una práctica común en sistemas intensivos de producción de maíz.

En suelos de menor fertilidad como aquellos del sector oriental de la parte alta de la Cuenca del Guayas, la insuficiencia de P puede llegar a ser tan crítica que el maíz responde muy poco al N en ausencia de la fertilización fosfórica. En el Cuadro 10 se observa lo indicado y además una pequeña respuesta al K.

Cuadro 10. Respuesta del maíz a la fertilización con N, P y K en el sector oriental de la parte alta de la Cuenca del Guayas.

Tratamiento	Rendimiento, <u>1/</u> Ton/ha
Testigo	3.1
N	3.3
NP	3.9
NPK	4.1

1/ Los datos presentados son el promedio de los resultados de 2 experimentos.

## FERTILIZACION DE OTROS NUTRIENTES

En el litoral ecuatoriano el elemento número uno en importancia para el crecimiento de las plantas es el nitrógeno. Por otra parte, la respuesta a la fertilización con N se verá disminuida si el suelo es deficiente también en otros nutrientes. Si ese es el caso hay que fertilizar con dichos nutrientes para contribuir a maximizar la eficiencia de N, en términos de un mayor incremento de rendimiento. Los resultados del cuadro 11 muestran claramente como la respuesta al N se vió favorecida cuando se aplicó combinado con P y S, en suelos que a más de nitrógeno tenían baja disponibilidad de fósforo y azufre.

Cuadro 11. Influencia del P y S sobre la respuesta del maíz a la fertilización con N en suelos aluviales.

Tratamiento	Rendimiento, 1 Ton/ha
Testigo	3.7
N	4.2
NP	4.7
NPS	5.1

1/ Los datos presentados son el promedio de los resultados de 2 experimentos.

## RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION

La información presentada en el Cuadro 12, tienen como propósito servir de referencia para elaborar recomendaciones de fertilización en maíz. La recomendación final puede variar según los resultados de pruebas locales, materiales de siembra (híbrido o variedades) y experiencia del técnico o agricultor.

Cuadro 12. Recomendaciones de fertilización para maíz en en el litoral.

Interpretación del análisis de suelos	Kg/ha		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Bajo (B)	90	120	60
Medio (M)	60	60	30
Alto (A)	30	30	15

Como es natural dichos valores referenciales podrán variar con el tiempo, en función de información cada vez más específica en relación a la fertilidad del suelo y requerimientos nutritivos de nuevos cultivares de maíz.