



## FERTILIZACIÓN DEL MAÍZ EN LA ZONA CAFETERA COLOMBIANA

Argemiro M. Moreno-Berrocal\*; Luis A. Narro-León\*\*; Henry Vanegas-Angarita\*\*\*; Carlos E. Molina-Gómez\*\*\*; José G. Ospina-Rojas\*\*\*

La producción de cultivos transitorios intercalados con café, sin afectar su producción, es una de las opciones con las que cuentan hoy los caficultores colombianos para reducir los costos de producción de café, diversificar los ingresos y generar empleo en el sector rural. El sistema de producción maíz intercalado con zocas o siembras nuevas de café está contribuyendo con lo anteriormente expuesto, de tal manera que entre el 2003 y el 2006 se sembraron 169.035 ha de maíz en la zona cafetera de Colombia, con ingresos netos superiores a un millón de pesos por hectárea, cuando se aplica la tecnología disponible. Aparte de los ingresos adicionales que produce el maíz, su cultivo complementa la política de renovación de los cafetales, para recuperar la productividad y reducir el promedio de la edad de los cafetales.

No obstante, al intercalar cualquier cultivo con el café, es imprescindible darle un manejo adecuado e independiente a cada cultivo, de acuerdo con los criterios técnicos; para el maíz se

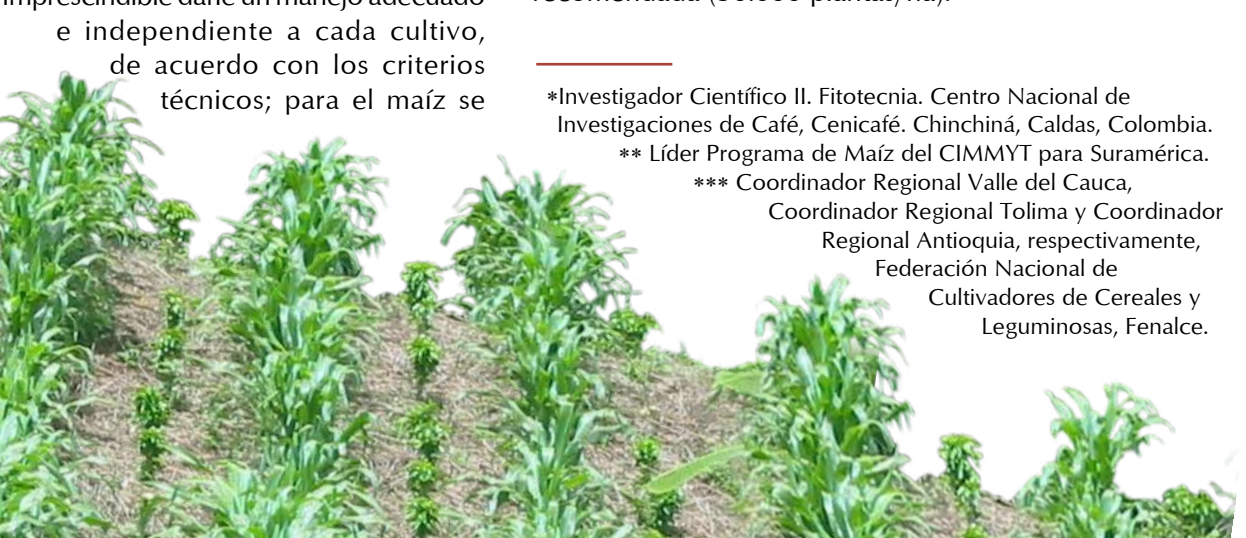
destacan el uso de materiales mejorados adecuados para cada zona (variedades o híbridos), densidad de siembra, manejo integrado de arvenses y planificación de la fertilización con base en los análisis de suelos.

Para el caso de maíz intercalado con café, el manejo agronómico independiente es importante, entre otras razones, porque el maíz necesita nitrógeno (N) durante casi todo su ciclo, al igual que el café; en consecuencia como el maíz es una planta de rápido crecimiento, si no se le suministra el N suficiente puede competir con el café por este elemento, y provocar una descompensación nutricional en el café al tomar el nutrimento que le corresponde a éste, el cual, los caficultores creen que es un problema ocasionado por la espiga del maíz. En general, este problema se debe a la competencia entre cultivos, porque no se realizó un manejo independiente o por la siembra de una población de maíz mayor a la recomendada (50.000 plantas/ha).

\*Investigador Científico II. Fitotecnia. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

\*\* Líder Programa de Maíz del CIMMYT para Suramérica.

\*\*\* Coordinador Regional Valle del Cauca, Coordinador Regional Tolima y Coordinador Regional Antioquia, respectivamente, Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas, Fenalce.



En consecuencia con lo anterior, por medio de la experimentación se evaluaron las respuestas de una variedad mejorada (ICA V-305) y de un híbrido comercial (Pioneer 3018) a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio. De igual forma, se evaluó la respuesta a la aplicación de enmiendas y de los elementos boro, zinc y magnesio, debido a que el maíz es sensible a la saturación de aluminio por encima del 45% (6), y se ha observado deficiencia de estos elementos en la zona cafetera, con reducciones importantes en la producción de maíz.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### A. Fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio.

El experimento se evaluó durante dos semestres seguidos en tres localidades de la zona cafetera central, con condiciones de suelo y clima contrastantes: La Estación Central Naranjal (Chinchiná, Caldas), la Subestación La Catalina (Pereira, Risaralda) y la Subestación Paraguaicito (Buenavista, Quindío). En la Tabla 1 se presentan los datos de la fertilidad del suelo de las tres localidades, lo cual muestra la importancia de hacer análisis de

suelo, tanto para la siembra del café como del maíz.

En relación con el análisis de suelo para planificar la fertilización del maíz, el muestreo de suelos debe hacerse en las calles del cafetal y no en el plato, debido a que los resultados pueden mostrar ciertas variaciones en los contenidos de los nutrientes en el suelo (Tabla 2). Para que la muestra de suelo sea representativa del lote, ésta debe conformarse con submuestras de por lo menos 20 sitios diferentes y bien distribuidos (3).

**Tabla 1.** Análisis de suelo de las localidades donde se evaluó la respuesta del maíz a la aplicación de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K).

Localidad	pH	MO (%)	Fósforo (mg/kg)	cmol <sub>(+)</sub> /kg				Textura
				K	Ca	Mg	Al	
S.E. La Catalina	4,9	10,9	17	0,47	3,2	0,5	1,2	F
S.E Paraguaicito	5,6	5,8	9	0,61	4,5	1,0	ND	F
Estación Central Naranjal	4,6	11,3	26	0,23	0,3	0,1	1,6	F

**Tabla 2.** Resultados de los análisis de suelos de las muestras tomadas en el plato y en la calle del cafetal. Subestación Experimental El Rosario, Venecia, Antioquia.

Sitio de Muestreo	pH	Porcentaje (%)		Fósforo (ppm)	cmol <sub>(+)</sub> /kg				Textura
		N	M. O.		K	Ca	Mg	Al	
En el plato	4,4	0,62	17,9	9	1,29	0,6	0,5	3,7	F
En la calle	4,6	0,62	17,7	9	0,44	1,4	0,5	2,7	F

Los tratamientos se distribuyeron en el campo siguiendo un ordenamiento de bloques completos al azar, en parcelas divididas con cuatro repeticiones, donde las parcelas principales estuvieron constituidas por los materiales de maíz y las subparcelas por las combinaciones de dosis de fertilizantes.

### B. Uso de enmiendas y de elementos menores.

Estas evaluaciones se realizaron en la Subestación Paraguaicito y en las fincas La Coqueta localizada en el municipio de Tarso, y Los Arrayanes, municipio de Jericó (Antioquia) (Tabla 3).

**Tratamientos.** Se aplicó el criterio de fondos fijos, que consiste en la combinación de varias dosis de N, P y K, de tal manera que cuando variaba la dosis de alguno de estos elementos las dosis de los otros se mantuvieron constantes. También se incluyó un testigo absoluto, donde no se aplicaron fertilizantes. Las fuentes empleadas fueron difosfato

de amonio o DAP (18-46-0), urea (46-0-0) y cloruro de potasio (0-0-60).

Para el caso de las deficiencias de elementos menores se evaluaron las enmiendas: cal agrícola, cal dolomítica y yeso agrícola (sulfato de calcio), en combinación con dos dosis de: borax (0,5 y 1,5 kg/

**Tabla 3.** Resultados del análisis de suelo de las fincas La Coqueta (Tarso, Antioquia) y Los Arrayanes (Jericó, Antioquia).

Finca	pH	Materia Orgánica (%)	Fósforo (mg/kg)	cmol <sub>(+)</sub> /kg				Textura
				K	Ca	Mg	Al	
La Coqueta	4,8	6,5	4	0,62	5,1	2,0	4,0	FAr
Los Arrayanes	5,0	8,6	2,6	0,44	5,4	2,4	6,2	ND

ha), sulfato de zinc (5 y 10 kg/ha) y sulfato de magnesio (10 y 20 kg/ha). Un mes antes de la siembra del maíz, se aplicaron al voleo 500 kg/ha de las enmiendas.

Los tratamientos se distribuyeron en el campo siguiendo un ordenamiento de bloques completos al azar en parcelas divididas con cuatro repeticiones, donde las parcelas principales estuvieron constituidas por las enmiendas y las subparcelas por las dosis de boro, zinc y magnesio, con cuatro repeticiones.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mayor producción de maíz se registró en la Estación Central Naranjal como respuesta a la aplicación de N, P y K, tanto para la variedad ICA V-305 como para el híbrido Pioneer 3018. En las Subestaciones La Catalina y Paraguaicito no se observó esta respuesta a la aplicación de los fertilizantes, debido a que la incidencia de enfermedades foliares fue más severa y no se

controlaron. Se registraron ataques de la “mancha gris” (*Cercospora* sp.) y el complejo denominado “mancha de asfalto” (*Phyllachora maydis*; *Monographella maydis*; *Coniothyrium phyllachorae*).

Con los resultados obtenidos se ajustó el plan de fertilización de maíz a 100, 100 y 50 kg/ha de N, P y K (Tabla 4). Cabe anotar que aunque en otros estudios realizados en Dolores (Tolima) con una variedad regional, Bonilla *et al.* (1) obtuvieron la mayor producción y el mayor ingreso neto con 70, 20 y 20 kg/ha de urea, fósforo ( $P_2O_5$ ) y potasio ( $K_2O$ ), respectivamente, en este estudio las necesidades de fertilizantes fueron más altas debido a que se evaluaron materiales mejorados con alto potencial de rendimiento. Por tanto, la mayor inversión en los fertilizantes se compensa con la mayor producción de maíz.

No hubo diferencias en las concentraciones (g/kg) de N, P, K, Ca y Mg de los granos de maíz entre la variedad y el híbrido evaluados

(Tabla 5), pero la extracción de estos elementos por el híbrido fue mayor, porque ésta depende de la producción de granos, por tanto al sembrar un híbrido la fertilización deberá ajustarse en función de su potencial productivo o de la producción esperada, con el fin de compensar la extracción de nutrimentos y de esta manera mantener la fertilidad natural del suelo (Tabla 6). Estos resultados son similares a los obtenidos por Heckman *et al.* (4), cuando estudiaron la extracción de nutrimentos en granos de maíz, con diversos híbridos en varias localidades.

En cuanto a las fuentes utilizadas, Martin y Netcoff (5), encontraron que el fertilizante fosforado al momento de la siembra les permitió aumentar significativamente el rendimiento en un 22,2% (+ 1.473 kg/ha). Además, afirman que la combinación de P y N al momento de la siembra produjo un aumento en el rendimiento del 32,5% (+ 2.154 kg/ha). Lo anterior, explica la ventaja que se tiene al usar el difosfato de amonio (DAP) como fuente de fósforo aplicándolo a la siembra y se corrobora la ventaja de

**Tabla 4.** Promedio del rendimiento (kg/ha) de grano seco de maíz (Pioneer 3018 e ICA V-305), con el 15% de humedad, en tres localidades de la zona cafetera.

Tratamientos (kg /ha)			La Catalina		Naranjal		Paraguaicito	
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	KCl	ICA V - 305	Pioneer 3018	ICA V - 305	Pioneer 3018	ICA V - 305	Pioneer 3018
0	0	0	1.723	1.527	2.055	2.331	2.564	3.306
100	100	50	3.249	3.484	4.401	4.939	3.440	4.025
Media general			2.959	3.215	3.739	4.313	3.007	3.694
C. V.* (%)			25,5		19,1		14,7	

\*Coeficiente de variación

**Tabla 5.** Promedios de las cantidades (g/kg) de N, P, K, Ca y Mg extraídas en una cosecha de maíz, ajustada al 15% de humedad. Subestación Experimental La Catalina (Pereira, Risaralda).

Tratamientos	Nitrógeno		Fósforo		Potasio		Calcio		Magnesio	
	Pioneer 3018	ICA V-305	Pioneer 3018	ICA V-305	Pioneer 3018	ICA V-305	Pioneer 3018	ICA V-305	Pioneer 3018	ICA V-305
0 - 0 - 0	33,7	35,8	13,7	11,8	16,6	12,8	0,38	0,38	4,3	4,4
100-100-50	105,0	63,8	32,3	22,4	40,9	26,0	0,97	0,62	12,0	8,5
<b>Media</b>	<b>72,0</b>	<b>66,3</b>	<b>26,5</b>	<b>23,2</b>	<b>31,6</b>	<b>25,7</b>	<b>0,65</b>	<b>0,57</b>	<b>9,2</b>	<b>8,9</b>
<b>C. V. (%)</b>	<b>24,6</b>		<b>27,0</b>		<b>26,3</b>		<b>35,7</b>		<b>34,7</b>	



la fertilización inicial con nitrógeno. Echeverría y García (2), recomiendan ajustar la aplicación de fósforo en función del contenido en el suelo y de la producción esperada; una razón más para usar el análisis de suelo.

## CONSIDERACIONES FINALES

En relación con la aplicación de enmiendas y de elementos menores, hubo respuesta a la aplicación de cal dolomítica y yeso agrícola. De igual manera, se encontró respuesta a la aplicación de sulfato de magnesio cuando no se aplicó ninguna enmienda.

En la zona cafetera colombiana hay respuesta del maíz a la aplicación de nitrógeno y fósforo.

También es necesario manejar independientemente los cultivos de café y maíz, tanto para obtener una producción rentable como para evitar la competencia entre los cultivos.

Para planificar la fertilización del maíz, conforme a su potencial de rendimiento y la producción esperada, debe emplearse el resultado del análisis de suelo, previo muestreo de las calles del cafetal. Esto es muy importante cuando se siembra un híbrido.

Cuando se siembra una variedad, la aplicación de 100, 100 y 50 kg/ha de N, P y K, respectivamente, es suficiente para aprovechar el potencial de producción de este material.

**Tabla 6.** Concentración de nutrimentos en granos de maíz al momento de la cosecha.

Rango	Elementos evaluados										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Mn	Cu	B
	(g/kg)						(mg/kg)				
Mínimo	10,2	2,2	3,1	0,13	0,88	0,9	9,0	15,0	1,0	1,0	2,3
Máximo	15,0	5,4	6,2	0,45	2,18	1,4	89,5	34,5	9,8	5,8	10,0
Media	12,9	3,8	4,8	0,28	1,45	1,0	33,6	26,8	5,3	3,0	5,5

Para 25.000 sitios/ha con dos plantas cada uno, en los primeros diez días después de la emergencia de las plantas de maíz, se pueden aplicar 10 g/sitio, de la mezcla de cuatro bultos de 50 kg de DAP y uno de cloruro de potasio, y a los 30 días después de la emergencia, deben aplicarse 8 g/sitio, de la mezcla obtenida de tres bultos de 50 kg de urea y uno de cloruro de potasio.

Cuando el pH del suelo sea igual o menor a 5,0, deben aplicarse 500 kg/ha de cal dolomítica o de yeso agrícola, un mes antes de la siembra del maíz, para evitar la deficiencia de magnesio. Si el lote de café se va a zoquear, es mejor aplicar el producto antes del zoqueo, para favorecer su incorporación al suelo.

## LITERATURA CITADA

1. BONILLA V., H. L.; HERRERA V., P. P.; ARCE G., C. Respuesta del maíz (*Zea mays* L.) a fósforo y potasio en la zona cafetera de Dolores, Tolima. Revista Nataima 2: 19 - 28. 1996.
2. ECHEVERRÍA, H.; GARCÍA, F. Guía para la fertilización fosfatada de trigo, maíz, girasol y soja. Balcarce, EEA - INTA - Centro Regional Buenos Aires Sur, 1998. 16 p. (Boletín Técnico No. 149).
3. FERRARIS, G. N. Muestreo y análisis de suelo: punto de partida hacia un diagnóstico de fertilidad. On line Internet. Disponible en: <http://www.elsitioagricola.com/articulos/ferraris/Muestreo%20y%20Análisis%20de%20Suelo> (Consultado en febrero de 2005).

4. HECKMAN, J.R.; SIMS, J.T.; BEEGLE, D.B.; COALE, F.J.; HERBERT, S.J.; BRUULSEMA, T.W.; BAMKA, W.J. Nutrient removal by corn grain harvest. *Agronomy Journal* 95:587-591. 2003.
5. MARTÍN, A. J.; NETCOFF, R. Fertilización de maíz – Experiencias de Chivilcoy. On line Internet. Disponible en: <http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20en%20Maiz%20-%20Experiencia%20en%20Chivilcoy.asp> (Consultado en junio de 2007).
6. SÁNCHEZ, P. A.; NICHOLAIDES, J. J.; COUTO, W. Physical and chemical constraints to food production in the tropics. In: *Chemistry and world food supplies : the new frontiers : Chemrawn II : perspectives and recommendations*. Los Baños, Laguna, International Rice Research Institute – IRRI, 1983. p. 89-105.

Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones de Café son parte de las investigaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sin embargo, tanto en este caso como en el de personas no pertenecientes a este Centro, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de la Entidad.

**Cenicafé**  
Centro Nacional de Investigaciones de Café  
"Pedro Uribe Mejía"

Chinchiná, Caldas, Colombia  
Tel. (6) 8506550 Fax. (6) 8504723  
A.A. 2427 Manizales  
[www.cenicafe.org](http://www.cenicafe.org)  
[cenicafe@cafede colombia.com](mailto:cenicafe@cafede colombia.com)

Edición: Sandra Milena Marín López  
Fotografía: Argemiro M. Moreno Berrocal  
Diagramación: María del Rosario Rodríguez L.  
Impresión: Blanecolor Ltda.