



Manejo de la Fertilización del Maíz en Base al Análisis de Suelo

Generalidades

En México se siembran casi 8 millones de has de maíz, con una producción anual de 17 millones de toneladas, insuficientes para satisfacer la demanda nacional, que asciende a 25 millones de toneladas. Es un cultivo con amplia adaptación ambiental, desde cero hasta 3,000 msnm. Germina a temperaturas desde los 13 hasta los 28 grados centígrados, y crece desde los 7, con óptima de 24 a 30, y máximas de 35 grados centígrados. Las demandas de evapotranspiración van de los 40 a los 65 cm de lámina. El ciclo de cultivo varía desde los 100 hasta los 180 días. En regiones con invierno benigno las fechas de siembra se realizan en invierno y en áreas templadas, en primavera. Las fechas específicas dependen de la presencia de heladas tardías y tempranas. Las densidades de población van de las 50,000 hasta las 110,000 plantas por ha. Estas últimas a doble hilera y de preferencia con sembradora de precisión. Aunque el rendimiento medio nacional es de solo 2.9 t/ha, ya se han conseguido rendimientos comerciales de 19 ton/ha, en una variedad de maíz amarillo bajo condiciones de temporal, en Poncitlán, Jalisco (comunicación personal del Ing. Ernesto Cruz de ATIDER). Este rendimiento ha sido posible de obtener con híbridos de alto potencial de rendimiento, labranza profunda, excelente manejo nutricional y fitosanitario y sin restricciones de humedad.

Cuadro 1. Niveles generales de referencia para interpretar los análisis de suelo.

Determinación	Rango bajo	Rango medio	Rango alto
Materia Orgánica, %	< 2.0	2.0-3.0	>3.0
N-NO ₃ , ppm	<10	10-30	>30
Fósforo-Bray, ppm	<25	20-35	>35
Fósforo-Olsen, ppm	<15	15-25	>25
Calcio ¹ , ppm	<2000	2000-4000	>4000
Potasio ¹ , ppm	<250	250-600	>600
Magnesio ¹ , ppm	<150	150-500	>500
Sodio ^{1,2} , (PSI)	<3.0	3.0-5.0	>5
CE ³ , dS/m	<1.5	1.5-2.5	>2.5
Fe ⁴ , ppm	<5	5-10	>10
Mn ⁴ , ppm	<5	5-10	>10
Zn ⁴ , ppm	<1.0	1.0-3.0	>3.0
Cu ⁴ , ppm	<1.0	1.0-2.0	>2.0
B ⁵	<1.0	1.0-2.0	>2.0

¹Cationes de cambio extraídos con Ac NH₄, ²Este elemento es nocivo para el suelo y cultivo y es deseable que ocurra en bajas concentraciones. ³Medida en el extracto de saturación, ⁴Extraídos con DTPA y ⁵Extraído con Agua caliente (CaCl₂ diluido).

Diagnóstico de la fertilidad del suelo

El primer paso para lograr un alto rendimiento es realizar un diagnóstico de la fertilidad del suelo en un laboratorio de alta calidad analítica, así como también un diagnóstico del perfil del suelo para conocer las propiedades físicas. Esto permite elaborar un buen programa de fertilización, basado en el nivel de fertilidad del suelo y en la meta de rendimiento, así como también establecer una labranza adecuada a las condiciones del terreno.

Es importante asegurarse que el pH del suelo este cercano a la neutralidad y en caso de que reporte valores menores a 6.5, será necesario determinar el pH buffer para poder calcular la dosis de encalado y el tipo de cal requerida. Por otro lado es importante aplicar yeso agrícola cuando el % de sodio intercambiable (PSI) es superior al 5%. En suelos alcalinos hay que aprender a convivir con estos pHs, pues no es práctico ni rentable neutralizarlos cuando la causa de la alcalinidad no es la sodicidad. El conocimiento de las propiedades físicas, tales como: textura, densidad aparente, conductividad hidráulica, y parámetros de humedad, ayuda a establecer un mejor criterio de manejo del agua y de la fertilidad del suelo. Con la información anterior y la interpretación de los análisis de fertilidad, se establece un programa de fertilización a partir de la meta de rendimiento.

Cuadro 2. Cantidad de nutriente extraído para rendimientos de 5, 10, 15 y 20 t/ha.

Nutriente	5 t/ha	10 t/ha	15 t/ha	20 t/ha
Nitrógeno	110	220	330	440
Fosforo	50	100	135	200
Potasio	60	200	250	400

Metas de rendimiento y demandas nutrimentales

En el cuadro número 2, se presentan la cantidad nutrientes en % que demanda el cultivo de maíz, para rendimientos de 5, 10 y 15 t/ha. Sin considerar el suministro de estos nutrientes del suelo ni la eficiencia de uso de estos. El nutriente de mayor extracción por el cultivo es el nitrógeno, seguido del potasio, y de los nutrimentos mayores los de menor extracción es el fosforo. Las curvas de extracción de NPK de este cultivo se muestran en la figura 1.

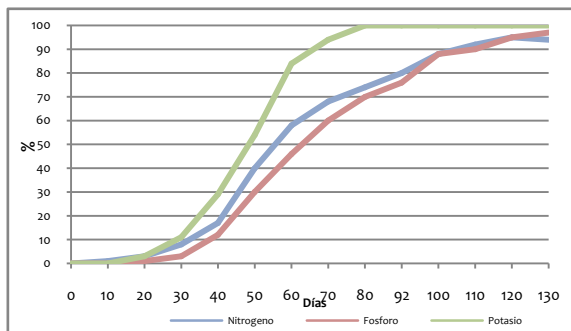


Figura 1. Curva de absorción de nutrientes en la planta de maíz. **Fuente:** Universidad Iowa.



Dosis, fuentes y épocas de aplicación.

La dosis de fertilización depende del nivel del nutriente en el suelo y de la meta de rendimiento. La fuente depende del pH del suelo. Para suelos calcáreos se recomienda aplicar sulfato de amonio y fosfato Mono amónico; mientras que para suelos neutros o ligeramente ácidos, se puede usar urea, y superfosfatos de calcio, aunque también se puede usar fosfato Mono amónico. La fuente clásicas de potasio para maíz es el cloruro de potasio y de magnesio es el K-Mag (sulfato doble de potasio y magnesio) o Sulfato de magnesio. Para mejor explicar como calcular la dosis, fuentes y épocas de fertilización, se presenta un ejemplo a continuación, basado en el resultado de un análisis real del suelo.

Ejemplo

Para estimar la dosis de fertilización a los cultivos, se debe contar invariablemente con un análisis de suelo, para diagnosticar su fertilidad. El no contar con esta herramienta genera de entrada una limitante grave para la producción. En el cuadro 3, se presenta un resultado de un análisis de suelo.

Cuadro 3. Resultados de un diagnostico de la fertilidad del suelo.

MO (%)	pH	N (ppm)	P Bray (ppm)	K (ppm)	Na (ppm)	S (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	B (ppm)
1.55	7.1	4.04	12	475	520	15.9	13.5	0.95	8.22	1.47	0.24

Una vez que se cuenta con los contenidos disponibles de nutrientes en el suelo y con una meta de rendimiento establecida, lo siguiente es estimar las dosis de cada uno de los nutrientes que se encuentran deficientes. En el cuadro 4 se muestran las unidades de los nutrientes que deben ser incorporadas en el suelo. En este caso la meta de rendimiento del agricultor fue de 10 t/ha.

Cuadro 4. Cantidad de nutrientes a aplicar al suelo en kg/ha.

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	S	Fe	Zn	Mn	Cu	B
242	80	40	0	0	0	5	4	0	1

En el cuadro 5 se muestran la cantidad y tipo de fertilizantes que se deben incorporar para satisfacer las unidades requeridas. El nitrógeno se divide en dos o tres aplicaciones, en esta ocasión se hacen un ejemplo para realizar dos incorporaciones dividiéndolo en 40% en la siembra y 60% en la segunda aplicación. Las dosis y fuentes de cada producto y su época de aplicación, se presentan en el cuadro 5.





Fertilización foliar

Esta se lleva a cabo como complemento a la fertilización al suelo, a fin de incrementar el suministro de los elementos deficientes y satisfacer totalmente la demanda de nutrientes. Se recomienda fortalecer el suministro de aquellos micronutrientes que están deficientes en el suelo. En el caso del ejemplo nos indica que conviene reforzar la aplicación de Zn y B por la vía foliar.

Análisis foliar

Es una técnica de diagnóstico nutrimental complementaria al análisis de suelo, que permite diagnosticar con alta precisión el estado nutrimental del cultivo. Esto permite hacer correcciones oportunamente antes de que la deficiencia se haga aparente. A manera de realizar un interpretación correcta del análisis foliar, en el cuadro 6 se presenta los niveles de referencia de suficiencia del cultivo de maíz, para diferentes etapas fenológicas.

Cuadro 5. Cantidad de fertilizante a utilizar en dos aplicaciones.

Fertilizante	Base	Segunda
Sulfato de Amonio	268	
Urea		374
11-52-00 (DAP)	153	
Cloruro de Potasio		66
Sulfato de Zinc	14	
Sulfato de Manganeso	0	
Granubor	7	
TOTAL	457	440

Cuadro 6. Niveles de referencia foliar en maíz.

Nutriente	Etapa			
	Plántula	Vegetativo	Espiguelo	Madurez
Nitrógeno (%)	4.0 - 5.0	3.0 - 4.0	2.8 - 4.0	2.5 - 3.5
Fosforo (%)	0.4 - 0.6	0.3 - 0.5	0.25 - 0.5	0.25 - 0.4
Potasio (%)	3.0 - 4.0	2.0 - 3.0	1.8 - 3.0	1.6 - 2.5
Calcio (%)	0.3 - 0.8	0.25 - 0.8	0.25 - 0.8	0.2 - 0.8
Magnesio (%)	0.2 - 0.6	0.15 - 0.6	0.15 - 0.6	0.12 - 0.5
Azufre (%)	0.18 - 0.5	0.15 - 0.6	0.15 - 0.6	0.12 - 0.4
Hierro (ppm)	40 - 150	30 - 120	30 - 120	30 - 120
Manganeso (ppm)	25 - 160	20 - 100	15 - 100	15 - 100
Zinc (ppm)	20 - 60	20 - 70	20 - 70	16 - 50
Cobre (ppm)	6 - 20	5 - 20	5 - 20	4 - 20
Boro (ppm)	5 - 25	5 - 25	5 - 25	3 - 30
Molibdeno (ppm)	0.1 - 2.0	0.1 - 2.0	0.1 - 2.0	0.1 - 2.0

fertilab.com.mx

+52 (461) 614 5238

laboratorio@fertilab.com.mx

Analizamos la tierra para ayudar a cumplir metas y construir nuevos sueños...

Poniente 6 No. 200, Esq. Av. Norte 3, Cd. Industrial, Celaya, Guanajuato C.P. 38010, Tel (461) 614 7951, 615 4157, 216 1255

Zona Norte

tecniconorte@fertilab.com.mx

Zona Centro

tecnico@fertilab.com.mx

Zona Sur

tecnicosur@fertilab.com.mx

