



Por:

Laboratorios A-L de México S.A. de C.V.

EL CULTIVO DE MAÍZ



Contenido

1. Fertilización y Nutrición
2. Muestreo Foliar (Gráfico)
3. Análisis Foliar en Maíz
4. Nutrición de Maíz y Cultivos de Cobertura.
5. Bibliografía

1. Fertilización y Nutrición de maíz

(*Zea mays*)

El maíz es de inflorescencia monoica con inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta. En cuanto a la inflorescencia masculina presenta una panícula (vulgarmente denominadas espigón o penacho) de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos de polen. En cada flor que compone la panícula se presentan tres estambres donde se desarrolla el polen. En cambio, la inflorescencia femenina marca un menor contenido en granos de polen, alrededor de los 800 o 1000 granos y se forman en unas estructuras vegetativas denominadas espádices que se disponen de forma lateral. Las hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades.

Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes. Las raíces son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias. El maíz se adapta muy bien a todos tipos de suelo pero suelos con pH entre 6 a 7 son a los que mejor se adaptan. También requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfixia radicular.

El maíz actual es la forma evolucionada de una variedad de teocinte (*Zea mays ssp. Parviglumis*), una planta silvestre que se originó en altitudes de 400 a 1700 metros en la Sierra Madre Occidental de los Estados de Jalisco y Michoacán. El maíz requiere de una cuidadosa preparación del suelo, puesto que sus raíces necesitan asimilar una gran cantidad de nutrientes en espacios de tiempo muy cortos, de unos 40 a 60 días; por lo tanto, deben disfrutar de adecuadas labores que permitan incorporar al suelo, con la máxima antelación posible, las aportaciones de enmiendas, compostas o rastrojos, facilitando la máxima estructuración del mismo. Los procesos bioquímicos de la transformación de la materia orgánica fresca, especialmente cuando es rica en nitrógeno, comportan la formación temporal de importantes cantidades de nitritos sumamente tóxicos, para cualquier proceso de germinación de semillas; por lo que su incorporación al suelo debe anticiparse 50 días antes de la siembra.

El maíz es una de las plantas con mejor utilización del agua puesto que sólo emplea unos 350 Kg. de agua para formar 1 Kg. de materia seca. El agua es un elemento determinante de su producción y los máximos rendimientos sólo se obtienen cuando se satisface toda su demanda evapotranspirativa. Existe un período crítico de gran sensibilidad a las condiciones de sequía, que se sitúa entre unos 20 días antes de la floración masculina y termina unos 20 días después de la polinización, al secado de las sedas o estigmas. Durante este período la falta de riego durante un lapso de 14 días, puede ocasionar una pérdida del 60% de la producción.

El maíz es una planta de climas cálidos que precisa de altas temperaturas y elevada iluminación para poder desarrollar su gran actividad fotosintética. Para su siembra la temperatura debe ser mayor de 10° C, siendo la más favorable 15° c.- Para su crecimiento activo la temperatura debe situarse sobre los 25 / 30 ° C.- Por encima de los 40° C la planta vegeta mal. En los periodos críticos unas temperaturas altas o bajas pueden ser muy perjudiciales.

Así sucede durante la fecundación (un exceso de calor la perjudica) y durante la maduración (no deben sobrevenir heladas). Las dos mayores colecciones mundiales de germoplasma de maíz las tiene dos instituciones mexicana s: el Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT), y el Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria (INIFAP). En los Estados Unidos de Norteamérica el Departamento de Agricultura de la región central norte, tiene también una importante colección de germoplasma de maíz en Ames, Iowa.

Recomendaciones importantes para los productores de maíz que realizan análisis de Suelo con Laboratorios A-L de México:

1. Si su pH del suelo resulta ácido (pH inferior a 6.0 y %H superior a 20), aplique la dosis de Cal recomendada por el Laboratorio, por lo menos 2 a 3 meses antes de la siembra. Si no realiza la aplicación de esta enmienda no obtendrá la meta de rendimiento esperada y la eficacia así como su inversión en la compra del fertilizante químico será inútil.

2. En suelos de reacción ácida (pH inferior a 6.0), (para Maíz se sugiere un pH de suelo recomendable de 6.0 a 6.5); se dará preferencia a la aplicación de fuentes de fertilizantes que tengan reacción básica como DAP (18-46-0), o fuentes de reacción menos ácida como la Urea (46% N), Y fuentes de reacción neutra como Cloruro de Potasio (60% K₂O), Sulfato de Potasio (50% K₂O), Nitrato de Potasio (13%N,44%K₂O) y Sul-Po-Mag/K-Mag (22% K₂O, 11 % Mg,22%S).

Así mismo en suelos que presenten niveles bajos de Calcio y Magnesio, se preferirá emplear fertilizantes que contengan calcio como el Nitrato de Calcio (16%N, 20% Cal, Superfosfato de Calcio simple (20% P₂O₅, 20% Ca, 12%S) o Superfosfato Triple (46% P₂O₅, 13% Ca, 4%S) y Magnesio como Sul-Po-Mag/K-Mag (22%K₂O, 11 %Mg,22%S).

3. Si el nivel de Sodio resulta alto (arriba de 9% de saturación) y/o el nivel de Boro también alto (arriba de 3.0 ppm), aplique la dosis de Yeso Agrícola recomendada por el Laboratorio. Si no realiza la aplicación de esta enmienda no obtendrá la meta de rendimiento esperada y su inversión en la compra del fertilizante químico será inútil.

4. En suelos de reacción alcalina (pH arriba de 7.5), se dará preferencia a la aplicación de fuentes de fertilizantes que tengan reacción ácida como Sulfato de Amonio (21 %N, 24%S), Urea (46%N), MAP (11 %N, 52% P₂O₅) ó fuentes de reacción neutra como Sulfato

de Potasio (50% K₂O), Nitrato de Potasio (13%N, 44% K₂O), Sul-Po-Mag o K-Mag (22%K₂O, 11 %Mg, 22%S), Superfosfato de Calcio simple (SFS 20% P₂O₅), Superfosfato de Calcio triple (SFT, 46% P₂O₅). En caso de existir en el suelo problemas de alto nivel de sodio y/o sales, no se recomienda aplicar Cloruro de Potasio (60% K₂O).

5. En los reportes de resultados se presenta el resultado de K "disponible" en ppm con una barrita a color que expresa el nivel que le corresponde a si es muy bajo, bajo, óptimo etc. También se expresa como % de saturación este mismo contenido de K con respecto a la CIC del suelo y su valor en suelo normalmente provisto de este nutriente debe estar entre un 5 a 7%. En el reporte se presenta además la relación K:Mg; que se obtiene dividiendo el % de saturación de K entre el % de saturación de Mg.

Un valor próximo a 0.5 es ideal. Cuando en la interpretación final resulta muy bajo o bajo el nivel del K, existirá alta probabilidad de respuesta a la fertilización potásica; si el nivel resulta óptimo el criterio será aplicar K suficiente para satisfacer al menos la extracción del cultivo; si el nivel resulta alto o muy alto, existirá poca probabilidad de respuesta a la aplicación de K y la dosis a recomendar será "0" kg de K. Algunas veces cuando los niveles de K resultan altos pero el porcentaje de saturación de K es bajo; el criterio será aplicar algo extra de K para compensar dicha reserva y además mejorar el balance.

6. En los reportes de resultados se presenta el resultado de Mg "disponible" en ppm con una barrita a color que expresa el nivel que le corresponde a si es muy bajo, bajo, óptimo etc. También se expresa como % de saturación este mismo contenido de Mg con respecto a la CIC del suelo y su valor en suelo normalmente provisto de este nutriente debe estar entre un 10 a 20%.

En el reporte se presenta además la relación K:Mg; que se obtiene dividiendo el % de saturación de K entre el % de saturación de Mg. Un valor próximo a 0.5 es ideal. Cuando en la interpretación final resulta muy bajo o bajo el nivel del Mg, existirá alta probabilidad de respuesta a la fertilización magnésica; si el nivel resulta óptimo el criterio será aplicar Mg suficiente para satisfacer al menos la extracción del cultivo; si el nivel resulta alto o muy alto, existirá poca probabilidad de respuesta a la aplicación de Mg y la dosis a recomendar será "0" Kg de Mg.

Algunas veces cuando los niveles de Mg resultan altos pero el porcentaje de saturación de Mg está por debajo de 10%, o si el contenido de potasio es tan alto que bloquea su absorción; el criterio será aplicar algo extra de Mg para compensar dicha reserva y además ir mejorando el balance.

7. En el reporte de análisis de suelo, se presentan los porcentajes de saturación de cationes (%K, %Ca, %Mg, %Na y %H). Laboratorios A-L establece como rangos óptimos en el suelo y para el método de extracción de Mehlich 111 los siguientes:

%K = 5 a 7

%Ca = 70 a 80

%Mg = 10 a 20

%Na = < 9 %H = < 20

8. Si se le recomienda aplicar micro-nutrientes estos pueden ser incluidos dentro de la mezcla física con los elementos mayores y secundarios aplicados directamente al suelo. Las fuentes más comunes que puede encontrar en el mercado son:

Boro: Bórax o Boronat (10%B), Solubor (20%B), Acido bórico (17%B)

Cobre: Sulfato de Cobre (13-25%Cu), Quelato de Cobre (9-13%Cu).

Manganeso: Sulfato de Manganeso (25-28% Mn).
Quelato de Manganeso (5-12%Mn)

Zinc: Sulfato de Zinc (22-36%Zn), Quelato de Zinc (9-14%Zn)

Hierro: Sulfato ferroso (19-21 %Fe), Quelato de Hierro (5-15%Fe).

Los micro-nutrientes también se pueden aplicar en aspersión líquida foliar en las siguientes cantidades por cada aplicación:

Boro (B): 0.11 - 0.56 Kg/Ha.

Cobre (Cu): 0.56 - 1.10 Kg/Ha.

Manganeso (Mn): 1.10 - 2.2 Kg/Ha.

Zinc (Zn): 0.33 - 1.10 Kg/Ha.

Hierro (Fe): 1.10 - 2.20 Kg/Ha.

9. Con el conocimiento de la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC en me/100g), podrá usted estimar en términos generales la textura que tiene su suelo. Si este valor es inferior a 10, su suelo será de textura gruesa (arenosa); si este valor está entre 10 a 30, su suelo será de textura media (franca); y si el valor es superior a 30, su suelo será de textura fina (arcillosa). Recuerde que en suelos de textura gruesa y aún media, mejores resultados obtendrá si aplica la dosis de nitrógeno (N) y potasio (K₂O) fraccionada en dos o más partes. Ejemplo mitad a la siembra y la otra mitad a la primera escarda.

10. Recuerde algo muy importante "*en maíz, la fertilización es más eficiente cuando se aplica el fertilizante enterrado en banda, que cuando se aplica al voleo en la superficie*". Usted evitará pérdidas considerables de nitrógeno por volatilización (escape de nitrógeno como gas a la atmósfera) y ahorrará más dinero.

2. Muestreo Foliar de maíz (Gráfico)

Procedimiento para la toma de muestra foliar de maíz:

1. Definir lotes de plantas creciendo uniformemente (misma edad, mismo porte o vigor) en cada parcela con el mismo tipo de suelo (homogéneo en pendiente, color, textura, profundidad, etc.). Tomar una muestra compuesta de varias hojas de plantas provenientes de cada área o parcela homogénea, de la siguiente manera:
2. Si la planta de maíz tiene menos de 40 cm de altura (plántulas); tomar al azar 5 a 8 plántulas, dentro del lote uniforme, cortadas a 5 cm de la base del cuello. Ver Imagen 1. Colocar el material en bolsas de papel (bolsas con ciertas perforaciones para facilitar la aireación). Identificar la muestra y enviarla de inmediato a Laboratorios A-L de México. Si el material que se colecta está muy húmedo, es preferible oreado unas cuantas horas para que se sequen y evitar que se formen hongos o moho al llegar a Laboratorios A-L de México.



Imagen 1. Si la planta de maíz tiene menos de 40 cm de altura (plántulas); tomar al azar 5 a 8 plántulas, dentro del lote uniforme, cortadas a 5 cm de la base del cuello.

3. Si la planta de maíz está en etapa de formación de jilote; tomar la hoja inferior y opuesta a la inserción del jilote. Repetir esta operación en 15 a 20 plantas tomadas al azar, dentro de cada lote uniforme. Ver Imagen 2. Colocar las hojas en bolsas de papel (bolsas con perforaciones para facilitar la aireación). Identificar la muestra y enviarla de inmediato a Laboratorios A-L de México. Si el material que se colecta está muy húmedo, es preferible oreado unas cuantas horas para que se sequen y evitar que se forme hongos o moho al llegar a Laboratorios A-L de México.

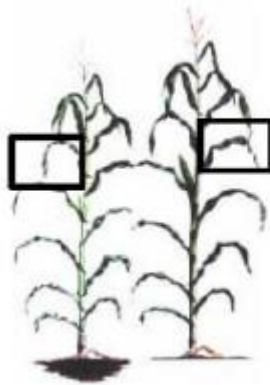


Imagen 2. Si la planta de maíz está en etapa de formación de jilote; tomar la hoja inferior y opuesta a la inserción del jilote. Repetir esta operación en 15 a 20 plantas tomadas al azar, dentro de cada lote uniforme. También puede ser una muestra representativa, todo el follaje aéreo o el tercio superior de 15 a 20 plantas.

Tabla de muestreo foliar por etapa de crecimiento:

Código	Cultivo	Etapa de desarrollo	Porción y cantidad de porciones
3006	Maíz	30 cm o menos (VE-V3)	Planta completa, sin raíces (40+)
3007	Maíz	Pre-antesis a floración masculina (V4-VT)	3era hoja bajo la punta de crecimiento (20+)
3005	Maíz	Estigmas visibles (R1)	Hoja debajo la mazorca (20+)
3009	Maíz	Etapa ampolla/lechosa/masosa/dentada (R2-R5)	Hoja debajo la mazorca (20+)
3008	Maíz	Después de capa negra (R6) (únicamente nitrato)	Porción de tallo 15 a 30cm por arriba del suelo

3. Análisis Foliar en maíz

El maíz requiere de al menos 16 elementos minerales esenciales para su crecimiento normal que en muchas ocasiones el suelo no puede suministrar en la cantidad apropiada para que la planta desarrolle un crecimiento óptimo. La deficiencia de un nutriente puede ser diagnosticada a través de análisis de suelos, análisis de tejido vegetal, o mediante síntomas visuales. De estos tres métodos, el análisis de tejido vegetal tiene la ventaja de medir el contenido total del nutriente, y no solamente el contenido disponible como ocurre con el análisis de suelos.

El análisis foliar es la técnica analítica mediante la cual se mide el contenido de nutrientes en los tejidos vegetales. Es útil para evaluar el estado nutricional de los cultivos y ayuda a establecer si el grado de absorción de algún nutriente ha sido adecuado. Cuando se buscan rendimientos altos, el análisis foliar es una excelente herramienta para controlar el estado nutricional de las plantas durante todo el ciclo de crecimiento.

Para saber si la planta ha recibido una nutrición adecuada, se comparan los niveles presentes en el tejido foliar, con los rangos de suficiencia publicados para maíz. El análisis foliar es un buen instrumento para monitorear el estado nutricional de las plantas, y junto con el análisis de suelos, permite obtener información útil para planificar el programa de fertilización. El análisis foliar es también adecuado para comprobar el origen de

anormalidades causadas por deficiencias nutricionales o por exceso de fertilización o contaminación.

El análisis foliar en maíz se inicia realizando un muestreo apropiado de tejido vegetal. El muestreo foliar es una de las etapas más importantes del análisis foliar porque interfiere directamente con el diagnóstico correcto del estado nutricional de la planta. Debe evitarse muestrear hojas dañadas por enfermedades, insectos o mecánicamente, o plantas que han sido afectadas severamente por nemátodos, déficit hídrico, o exceso de humedad.

La composición de los órganos varía profundamente tanto con su edad como, en menor grado, con la edad de la planta. La época de muestreo está tipificada estrictamente para cada especie, y debe evitarse el muestreo durante la fase de desarrollo de los órganos ya que coincide con cambios importantes en su composición. En el cuadro 1 se presentan los métodos de muestreo sugeridos para maíz según el estado de crecimiento de la planta.

Una vez que se obtienen los resultados del laboratorio, es necesario interpretarlos. La interpretación se realiza comparando los valores de análisis con la tabla de interpretación de los resultados del análisis se expresan en unidades de % para los macronutrientes y elementos secundarios como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre; y en mg/kg o ppm para micronutrientes como hierro, cobre, zinc, manganeso, boro, molibdeno y cloro.

Contenido de nutrientes en la hoja debajo de la mazorca de maíz en inicio de floración femenina (Jones 1967).

ELEMENTO		Deficiente	Bajo	Suficiente	Alto	Excesivo
NITRÓGENO	%	< 2.45	2.45-2.75	2.76-3.50	3.51-3.75	> 3.75
FÓSFORO	%	< 0.15	0.16-0.24	0.25-0.40	0.41-0.50	> 0.50
POTASIO	%	< 1.25	1.26-1.70	1.71-2.25	2.26-2.50	> 2.50
CALCIO	%	< 0.10	0.11-0.20	0.21-0.40	0.51-0.90	> 0.90
MAGNESIO	%	< 0.10	0.11-0.20	0.21-0.40	0.41-0.55	> 0.55
AZUFRE	%	< 0.10	0.11-0.20	0.21-0.40	0.41-0.50	> 0.50
BORO	mg/kg	< 2	3-5	6-25	26-35	> 35
MANGANESO	mg/kg	< 15	16-19	20-150	151-200	> 200
HIERRO	mg/kg	< 10	10-20	21-250	251-350	> 350
COBRE	mg/kg	< 2	3-5	6-20	20-50	> 50
ZINC	mg/kg	< 10	11-20	21-70	71-100	> 100
MOLIBDENO	mg/kg			0.6-1		

Tabla 1. Requerimientos nutricionales de Maíz

Nutriente	Requerimiento	Índice de Cosecha	Rendimiento de 9000 kg/ha	
			Necesidad	Extracción
	kg/ton grano		kg/ha	kg/ha
Nitrógeno	22	0.66	198	131
Fósforo	4	0.75	36	27
Potasio	19	0.21	171	36
Calcio	3	0.07	27	2
Magnesio	3	0.28	27	8
Azufre	4	0.45	36	16
Boro	0.020	0.25	0.180	0.045
Cloro	0.444	0.06	3.996	0.240
Cobre	0.013	0.29	0.117	0.034
Hierro	0.125	0.36	1.125	0.405
Manganeso	0.189	0.17	1.701	0.289
Molibdeno	0.001	0.63	0.008	0.005
Zinc	0.053	0.50	0.477	0.239

4. Nutrición en maíz y cultivos de cobertura

Los requerimientos nutricionales del cultivo de maíz son de aproximadamente 22 kg de nitrógeno (N), 4 kg de fósforo (P), 19 kg de potasio (K), 4 kg de azufre (S), 3 kg de magnesio (Mg) y 3 kg de calcio (Ca) por tonelada de grano producido. El índice de cosecha (IC) para estos nutrientes es de 0.66, 0.75, 0.21, 0.35, 0.50 y 0.10, respectivamente.

El rendimiento del cultivo de maíz es el resultado de la habilidad de la planta en la absorción, asimilación y utilización del N durante el crecimiento vegetativo y la posterior removilización del N adquirido hacia la espiga durante el período de llenado de granos. Los cultivos de cobertura (CC) se siembran en una ventana de tiempo y espacio normalmente no ocupado por cultivos de cosecha de granos. El CC, usualmente avena, no se realiza con el objetivo de obtener granos; por el contrario, su inclusión en la secuencia apunta a mejorar condiciones edáficas, especialmente la fertilidad nitrogenada cuando se incluyen especies leguminosas, esperando que ello redunde en mejores rendimientos para los cultivos siguientes en la rotación.

Para lograr la sustentabilidad del sistema de producción debemos mejorar el balance de carbono (C) a través de un mayor aporte de biomasa vegetal. En este sentido, los CC son una herramienta agronómica ideal porque cumplen el doble rol de aportar C e incrementar el potencial de rendimiento del maíz, haciéndolo económicamente más competitivo respecto a otros cultivos. Una gran variedad de leguminosas y gramíneas adecuadas para cada ambiente en particular, han sido usadas como cultivos de cobertura (CC).

En general, en el momento de terminación o secado de los CC, las leguminosas tienen una Relación C:N más baja que las gramíneas. Debido a esto, el residuo de las leguminosas se descompone más rápidamente, aportando N para el cultivo siguiente también en forma más rápida.

5. Bibliografía

1. Bertsch, F. 1995. *La Fertilidad de los suelos y su manejo*. San José, Costa Rica, ACCS. 157p.
- Díaz-Romeu, R., Hunter, A. 1978. *Metodología de muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal e investigación en invernadero*. CA TIE, Turrialba, Costa Rica. 68p.
2. Howeler, R.H. 1983. *Análisis de tejido vegetal en el diagnóstico de problemas nutricionales: algunos cultivos tropicales*. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. 28 p.
- Instituto de la Potasa y el Fosfato. 1997. *Manual Internacional de la Fertilidad del Suelo*.
3. INPOFOS, Quito, Ecuador. sp.
- Jones, J.B. 1967. *Interpretation of plant analysis for several agronomic crops*. In *Soil testing and plant analysis, Part 11, Plant Analysis, SSSA Special Publication No. 2, Soil Science Society of America, Madison*. P- 49-58.
4. Nelson, W.L. 1989. *Plant and Tissue testing principles relating to identification of nutrient deficiencies*. In *Detecting Mineral Nutrient Deficiencies in Tropical and Temperate Crops*, ed. por D.L. Plucknett y H.B. Sprague, Westview Press Inc, Colorado, USA. p. 23-40.
5. Ing. Eloy Molina, M. Se. Universidad de Costa Rica
6. Dr. Oscar Fernando Ruiz Paz, Analytical Labs, 2011.
- 7- *Manual de Agronomía, Laboratorios A-L de México*.
- 8.- "Agricultura Razonada" Laboratorios A-L de México.



LABORATORIOS A-L DE MÉXICO S.A. DE C.V.

Calle Esmeralda # 2847. Colonia Verde Valle.

www.laboratoriosaldemexico.com.mx

44550 Guadalajara, Jalisco.

Tel. 33 3123 1823 y 33 3121 7925.

Información adicional: kcalderon@allabs.com. WhatsApp 33 28 03 79 60.

Laboratorios de Agroecología con una visión social y solidaria

VALORAMOS LA LIBERTAD DE INFORMACIÓN.

ESTE ARTÍCULO ES GRATUITO Y PUEDE SER REPRODUCIDO SIN NINGUNA LIMITANTE.