

Fertilización del Cultivo de Maíz

El objetivo final de la práctica de la fertilización, ya sea en el maíz como en cualquier otro cultivo, es el de aumentar la rentabilidad del mismo, dentro de un marco sustentable.

Una de las formas de conseguir un aumento en la rentabilidad, es aumentando la productividad y la calidad. Es en este punto dónde los nutrientes cumplen un rol fundamental. El concepto que hay que remarcar permanentemente es el de **nutrición de los cultivos**, donde la fertilización es una de las herramientas.

Para ello hay que tener muy claro cuales son los componentes de rendimiento que afectan directamente el rendimiento final y la calidad, y cómo se verán afectados por la incorporación de nutrientes. En el caso del maíz estos son:

Componentes que afectan el rendimiento	Etapas del cultivo en la que se debe actuar
Número de espigas logradas por ha	Siembra - Crecim. Vegetativo
Número de granos por espiga.	Crecim. Vegetativo. - Pre-floración
Peso de granos.	Pre-floración - Llenado de granos.

El maíz, como toda gramínea, es altamente demandante en nitrógeno, por lo que es este nutriente uno de los principales a tener en cuenta en cualquier plan de fertilización dentro de una nutrición balanceada. Esto es, para poder conseguir que la planta de maíz trabaje óptimamente, es necesario un aporte balanceado de nutrientes. Por eso es fundamental conocer la importancia relativa de todos los demás elementos de forma tal de entender cuales son los caminos a seguir para conseguir un cultivo bien balanceado desde el punto de vista nutricional.

Para conocer la importancia que puede tener aplicar algún otro nutriente de los considerados esenciales, a continuación hacemos una breve descripción de la función de los distintos nutrientes en el cultivo de maíz:

- Nitrógeno (N):** Es el nutriente motor del crecimiento. Cuando la planta lo absorbe, lo acumula como nitrato en las hojas, y es este nitrato el encargado de motorizar la síntesis del complejo hormonal del crecimiento, cuyo exponente principal es el AIA (ácido indol acético). Así mismo, el nitrógeno es el componente principal de la mayoría de los aminoácidos que integran las proteínas.
- Fósforo (P):** Es la fuente de energía necesaria para que se produzcan todos los procesos metabólicos en la planta. Su deficiencia le imposibilita a la planta completar normalmente dichos procesos. Los dos momentos críticos en los que su presencia es fundamental son: a la germinación, para favorecer un rápido crecimiento radicular; V6, es decir cuando comienza el crecimiento vegetativo lineal y por ende la mayor demanda y en pre-floración, es decir en los momentos en los que comienza una gran actividad metabólica asociada a la fecundación y comienzo del llenado de los granos.
- Potasio (K):** Su rol más relevante lo cumple en todo proceso de traslado de azúcares fotosintetizados. A medida que la planta va fotosintetizando, va acumulando azúcares en las hojas. Estos azúcares son los que la planta traslada a los granos en el momento del llenado de los mismos. El potasio es el responsable principal de este traslado. Las gramíneas y oleaginosas son altamente exigentes en este nutriente.
- Calcio (Ca):** Es uno de los nutrientes más importantes, y tal vez al que menos atención se le presta por considerar a los suelos "supuestamente" bien abastecidos del mismo. Su rol principal está asociado a la síntesis de componentes de estructura de la planta en la forma de pectato de calcio. La demanda de este nutriente es lineal a lo largo de todo el ciclo, puesto que la planta la utiliza durante la etapa de crecimiento radicular, durante la etapa de crecimiento vegetativo, durante la floración y finalmente durante la etapa de crecimiento del fruto. Es decir cumple un rol muy importante en todos los órganos en activo crecimiento, manifestándose más claramente durante la etapa del desarrollo inicial de raíces. Es fundamental en el balance hormonal: el Calcio es conocido como el nutriente antiestrés, ante la deficiencia la planta altera su comportamiento hormonal, acelerándose los procesos de degradación de tejidos. Esto se traduce en menor duración del ciclo de cultivo.
- Magnesio (Mg):** Cumple tres roles importantes en la planta (entre otros). En primer lugar es integrante de la clorofila, potenciando de esta manera la síntesis de azúcares. También interviene en el proceso de traslado de azúcares a los granos en forma similar al potasio aunque en un segundo plano de importancia. Y finalmente optimiza el aprovechamiento del fósforo dentro de la planta facilitando el desdoblamiento del ATP (fuente de fósforo).
- Azufre (S):** Fundamental para el aprovechamiento del nitrógeno. Una vez que el nitrógeno se acumuló como nitrato en las hojas, debe ser transformado en proteína. En ese proceso interviene una enzima llamada

nitratoreductasa, en la que el azufre es uno de sus principales componentes. También forma parte de la síntesis de aminoácidos azufrados (cistina, cisteína y metionina), de algunas vitaminas (tiamina, biotina) y de la coenzima A, fundamental para la respiración.

- Hierro (Fe):** Directamente ligado a la fotosíntesis. Participa en la síntesis de clorofila junto con el magnesio. Es fundamental para el aprovechamiento del Nitrógeno, cumpliendo un rol, similar al azufre en este sentido, cómo así también para el aprovechamiento interno del fósforo por parte de la planta.
- Manganeso (Mn):** Este nutriente, junto con el zinc, es fundamental para las gramíneas. Es el primer nutriente que interviene en el proceso de la fotosíntesis, permitiendo el desdoblamiento de la molécula de agua encargada de liberar los electrones para que se desencadene el proceso. Sin manganeso la fotosíntesis no se desencadena. Por otro lado tiene propiedades fungistáticas, esto es, en la medida que la planta esté bien nutrida en este elemento, la tolerancia a las enfermedades es mayor.
- Zinc (Zn):** Otro nutriente fundamental para las gramíneas. Junto con el nitrógeno son los dos promotores del crecimiento en las plantas al promover también la síntesis de hormonas de crecimiento. Su carencia limita también el desarrollo radicular y ya que son las raíces las promotoras de la floración, en la medida que falte este nutriente la ésta se verá perjudicada. También tiene propiedades fungistáticas. Potencia el cuaje de frutos. Promueve la síntesis de proteínas.
- Cobre (Cu):** Fundamental para optimizar el transporte del agua dentro de la planta al potenciar la síntesis de lignina (rigidez de tejidos). En la medida que los tejidos se encuentren lignificados, las pérdidas de agua por transpiración serán menores. Al hacer los tejidos más fuertes por la síntesis de lignina, la planta se vuelve menos susceptible a las enfermedades. Junto con el manganeso y el zinc, tiene efectos fungistáticos al promover la síntesis de fitoalexinas, compuestos hormonales sintetizados en la misma planta que actúan contra los hongos.
- Boro (B):** Este nutriente cumple varios roles dentro de la planta entre los que podemos citar a los siguiente como los más importantes: junto con el calcio interviene en la síntesis de la pared celular, dándole mayor rigidez a los tejidos; Junto con el potasio y el magnesio, completa el trío de “carriers” de azúcares; es fundamental para el cuaje, ya que favorece el crecimiento del tubo polínico, en especial en aquellos granos que se encuentran en el extremo de las espigas.
- Molibdeno (Mo):** Finalmente el molibdeno, cuya función principal es la de potenciar el aprovechamiento del nitrógeno. Junto con el Azufre y el Hierro, es el responsable del pasaje del nitrógeno de formas inorgánicas no aprovechables por las plantas (nitratos), a formas orgánicas si aprovechables (proteínas).

A modo de síntesis presentamos el cuadro 1 en dónde se resume el consumo de nutrientes en maíz, por tonelada de grano. Estos datos fueron obtenidos de diversas fuentes locales y extranjeras, así como de datos propios.

Cuadro1: requerimientos aproximados de nutrientes del cultivo de trigo.

	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	kg/ha						g/ha				
por tonelada	20	8.2	23	6.3	3.5	2.5	0.150	0.111	0.056	0.018	0.025
7.000 kgs.	140	57.4	161	44.1	24.5	17.5	1.05	0.777	0.392	0.126	0.175
10.000 kgs.	200	82.0	230	63.0	35.0	25.0	1.50	1.110	0.560	0.180	0.250

Hasta aquí hemos intentado darle un marco conceptual a la importancia de la nutrición balanceada de cultivos. Entendido el rol que cumplen los nutrientes en la formación de los componentes de rendimiento, es fundamental entonces saber si los suelos cuentan con los mismos.

Para ello la herramienta de diagnóstico obligada que se utiliza en estos casos es el análisis de suelo.

El análisis de suelo es una radiografía del campo y nos permitirá inferir cuales de ellos pueden estar siendo limitantes para la producción.

Las características de los suelos son marcadamente diferentes de región a región, sin embargo los criterios de fertilización que se están usando en todos los casos son prácticamente los mismos. El uso de los fertilizantes (tipo, dosis, momentos de aplicación), debería diferenciarse de acuerdo a las necesidades y características de las zonas. Esto también se ve influenciado por las prácticas de manejo, rotaciones, precipitación, disponibilidad de riego, etc.

Criterios a seguir para la Fertilización del Maíz que recomienda agroEstrategias:

En función de lo explicado en los párrafos anteriores vamos a mencionar algunos criterios para el manejo de la nutrición del maíz, utilizando como herramienta la fertilización. Estos criterios son los utilizados por agroEstrategias y son los que mejores resultados nos ha permitido obtener.

- El maíz, como todas las gramíneas, es muy demandante de Nitrógeno. La principal fuente para el aporte de este nutriente, es el nitrógeno orgánico proveniente de la materia orgánica del suelo, el cual se pone en disponibilidad con la mineralización. Este es fundamental en todo el ciclo del cultivo. Si usamos el conocimiento del comportamiento del cultivo en cuanto a formación de componentes de rendimiento, deducimos que es fundamental durante las primeras etapas del ciclo, pero en especial en el período que va desde V6 hasta pre-floración (crecimiento lineal). En ese período el maíz consume el 70% aproximadamente del nitrógeno total. De la misma forma que durante el período vegetativo el nitrógeno es fundamental, también lo es el zinc. Nitrógeno y Zinc son los motores del crecimiento vegetativo.
- La mejor forma de aprovechar el nitrógeno es dividiendo, en lo posible, las aplicaciones. Dependiendo de los resultados del análisis de suelo y contemplando los consumos por tn del cultivo se define la fertilización nitrogenada. Respecto al Zinc, debe estar incorporado dentro de la planta a más tardar en V8.
- Si el manejo del nitrógeno se realiza en forma desbalanceada respecto de los otros nutrientes, se producirá acumulación de nitratos en hojas que no serán aprovechados por la planta traduciéndose en una baja eficiencia de uso de este nutriente. Por otro lado, el exceso de nitrógeno acumulado en hojas es fuente de alimento para los patógenos, por lo que se estaría aumentando la susceptibilidad a los mismos, atentando contra la calidad del grano. El nitrógeno en exceso, acumulado en hoja como nitrato en floración, es perjudicial para la fijación de granos.
- En cuanto al Fósforo, este también se consume prácticamente durante el mismo período en que lo hace el nitrógeno, es decir V3 hasta R3 pero los momentos críticos para el aprovechamiento de este nutriente son los estados de V5 y pre-floración. El fósforo junto con el zinc serán los promotores de la formación de raíces, quienes son, en definitiva las que regulan la cantidad y calidad de la floración. En suelos con pH mayores a 7, la eficiencia de aprovechamiento de este nutriente es muy baja por lo que debe contemplarse a la hora de definir la fertilización fosfórica.
- El azufre es un nutriente que ha comenzado a ser tenido en cuenta en forma importante en muchas zonas. Los tenores de este nutriente en suelos son muy variables. La principal fuente para este elemento es la materia orgánica del suelo a través del proceso de mineralización. Esto lleva a que aquellos suelos en donde los tenores de materia orgánica sean bajos la necesidad de fertilizar con este nutriente son altas (ambiente deficiente: baja MO, historia agrícola, labranza convencional, erosión). De todas maneras es aconsejable fertilizar con este elemento cuando los tenores de S sean menores a 9 ppm.
- Cuando los aportes de nitrógeno sean elevados debe procurarse aportar azufre para mantener una relación en planta de N/S de 12 (por cada 12 unidades de N disponible debe haber 1 de S). En cuanto a la fuente a usar hay que tener en cuenta el pH del suelo. Con suelos con pH mayor a 6, es preferible una fuente acidificante, por ej: sulfato de amonio. Si el pH es menor a 6, puede utilizarse también yeso. No es aconsejable su aplicación en suelos con pH mayores a 6,5 y menos aún en suelos alcalinos.
- Con respecto a algunos micronutrientes, se ha detectado, por zonas, deficiencias de Zinc y Boro en los suelos. El maíz, como mencionáramos, es muy exigente en zinc. No así del boro, sin embargo en caso que el análisis de suelo así lo indique, debe tenerse en cuenta en los esquemas de fertilización. Los requerimientos de zinc son mayores en el período que va desde V3 hasta V8. El boro es más demandado a partir de V6 y hasta pre-floración por la importancia que tiene este nutriente en la fecundación de los granos.
- En la etapa de llenado, un nutriente clave es el Potasio, ya que es el principal responsable para el traslado de azúcares desde las hojas hasta los granos. Este nutriente todavía no es un problema en la mayoría de los casos debido a la cantidad que poseen los suelos. Debe tenerse mucho cuidado, en especial en aquellos cultivos bajo riego que utilizan la fertilización nitrogenada vía fertirriego, de no provocar excesiva acumulación de nitrógeno en hojas, ya que durante la fase reproductiva se producirá un retardo en el comienzo de dicho proceso de llenado de granos, lo que redundará en menor rendimiento. En este sentido el Boro, el Magnesio, el Fósforo y el Azufre son claves para potenciar la transformación de ese nitrógeno y el llenado de granos.

Resumen Final

No debe aplicarse el mismo criterio de fertilización del maíz en todas las regiones de la misma forma, porque los suelos tienen características diferentes. De la misma forma no debería usarse el mismo tipo de fertilizante para dos situaciones diferentes de suelos. Para ello es fundamental un diagnóstico, el que se inicia con un **análisis de suelo**, herramienta fundamental a la hora de decidir en invertir en fertilización. Si el diagnóstico lo establece, deben respetarse las recomendaciones correspondientes, las que deben ser realizadas apuntando a un beneficio económico del uso de fertilizantes.

La fisiología del cultivo de maíz exige prestar atención a los momentos críticos en los que comienzan a diferenciarse los componentes de rendimiento, teniendo siempre presente que no es sólo nitrógeno y fósforo lo que la planta necesita para potenciar esa diferenciación, más aún cuando en los suelos siempre se presentan deficiencias de otros nutrientes.

El conocimiento de la cantidad de agua de la que dispondrá el cultivo durante su ciclo de crecimiento, esto es, los mm de agua útil del perfil, a la siembra, sumados a los mm provenientes del régimen de precipitaciones de la zona (cantidades y momentos) y en el caso de los cultivos bajo riego, a los mm provenientes del mismo, es tal vez la herramienta más importante para definir la estrategia de fertilización más apropiada.

De todos modos, en la medida que entendamos el comportamiento de la planta y consideremos a la nutrición de los cultivos como una inversión y no como un gasto, estaremos en condiciones de optimizar el uso de la fertilización como herramienta maximizadora de la rentabilidad del cultivo.

Ing. Luis Gaspar

Ing. Wenceslao Tejerina

agroEstrategias
consultores