

FISILOGIA DE LA PLANTA DE MAIZ *

Jairo Correa V. **

I. ETAPAS DEL DESARROLLO

A. SIEMBRA DEL GRANO A FORMACION DE LA PLANTULA

Se caracteriza por una dependencia considerable de la temperatura del suelo de su grado de humedad y de las reservas alimenticias acumuladas en el grano. El agua debe estar disponible para la imbibición y subsecuente desarrollo de la plántula. Se requiere temperatura adecuada para la germinación y el desarrollo completo de la plántula.

B. DESARROLLO DE LA PLANTULA A FORMACION DE LA PLANTA

La planta pasa de ser dependiente a autosuficiente. Durante el período inicial de esta etapa se requiere una cantidad limitada de agua en el suelo. Si hay sequía, las raíces penetran profundamente en el suelo. Los períodos subsiguientes son muy sensibles a una deficiencia de humedad y de elementos nutritivos, al igual que a bajas temperaturas. Durante esta etapa la planta forma y desarrolla su sistema radical. Las hojas primarias desaparecen dando paso a las definitivas. Las raíces seminales pierden su importancia y el tallo inicia su desarrollo. No es una etapa tan crítica como la anterior y la subsiguiente. La planta se recobra bien de los daños sufridos durante este período.

C. FORMACION DE LA ESPIGA Y DE LA MAZORCA

La temperatura previa a este período es muy importante para determinar cuando se inicia la formación de estos dos órganos. La planta entra en un período de rápido

* Conferencia presentada en el Curso Producción de Maíz. Junio de 1974. Centro Tulio Ospina.

** I.A. PhD. Profesor titular Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Nacional Medellín.

crecimiento y demanda por ello mucha agua y elementos nutritivos del suelo. Se producen cambios dramáticos en el punto superior de crecimiento del tallo, que está situado a nivel del suelo. Cuando el maíz está a la altura de la rodilla son visibles 8 - 10 hojas. Se inicia el gran período de crecimiento de la planta y por ello se requiere un contenido de humedad adecuado en el suelo si se quiere evitar la marchitez de las hojas.

D. ESPIGAMIENTO Y SALIDA DEL CABELLO

La planta alcanza su máxima altura y el ritmo de crecimiento disminuye a un nivel mínimo. Se produce un gran consumo de energía para completar la formación de la espiga e iniciar el de la mazorca. Hay una alta demanda de proteínas y otros productos metabólicos, de agua y de elementos nutritivos. Los daños producidos en el polen o en la mazorca durante este período son permanentes, pues no hay recuperación a pesar de que el tiempo y las condiciones del suelo sean favorables en la etapa siguiente. Los daños no se van sino cuando ya nada se puede hacer para remediarlos.

Se inicia la formación del grano. Si falta agua, la polinización es pobre y los granos no llenarán bien. Además, si por esta causa se produce marchitez del follaje por uno o dos días la producción baja hasta en un 22% y si la sequía se prolonga por seis a ocho días la reducción es aproximadamente de un 50%.

E. DESARROLLO Y MADURACION DEL GRANO

En condiciones normales esta etapa es menos crítica en sus efectos sobre la producción que las dos precedentes. La falta de nutrientes, la de agua o el ataque de hongos o bacterias determinan la falta de llenado de los granos de la punta de la mazorca, aunque haya habido polinización. Las condiciones ambientales reinantes durante este período determinan el tamaño del grano, en tanto que las predominantes en los períodos anteriores determinan el número de mazorcas y de granos que puedan desarrollarse.

F. MADUREZ Y SECADO DE LA MAZORCA

No es una etapa crítica para la producción total. Sin embargo, desde un punto de vista práctico, el cultivo no está seguro hasta

ser cosechado, porque los vientos pueden ocasionar la ruptura de tallos y los insectos y enfermedades destruir parcial o totalmente las mazorcas. Lo anterior hace recomendable una pronta recolección de la cosecha después de la maduración fisiológica si se dispone de equipo adecuado para el secado.

II. ABSORCIÓN DE AGUA

Bajo condiciones naturales, prácticamente toda la absorción de agua se hace por las raíces y la zona radical que más absorbe es la de los pelos radicales. El agua se difunde hacia ellos mediante el mecanismo osmótico, es decir, sin gasto de energía.

La vía que sigue el agua desde el suelo hasta llegar al centro de la raíz es la siguiente: pelo radical, corteza, endodermis, periciclo y finalmente vasos del xilema. De este punto en adelante el movimiento es generalmente ascendente.

Los factores que afectan la absorción del agua son:

1. Temperatura del suelo.

Si la temperatura del suelo es baja, el agua es más viscosa y las membranas celulares menos permeables. Por consiguiente, la absorción del agua será más lenta y difícil.

2. Concentración de sales en el suelo

Al aumentar la concentración de sales en el suelo disminuye la absorción de agua. Esto se debe principalmente a mecanismos osmóticos. Por ello la aplicación de fertilizantes debe ser muy cuidadosa.

3. Aireación del suelo

Si el aire del suelo es reemplazado por agua (encharcamiento o inundación), el crecimiento y el metabolismo celular disminuye considerablemente. Por lo tanto, la absorción de agua y minerales del suelo disminuye.

4. Disponibilidad del agua en el suelo

No toda el agua del suelo es disponible para la planta. A medida que la planta consume el agua disponible cerca a la

raíz, la absorción de la restante se hace mas difícil. A niveles superiores a la capacidad de campo, el agua no es aprovechable por la planta.

5. Características del sistema radical

En el maíz, este forma una densa red de raíces que no penetra mucho en el suelo, pero cubre una gran área cerca a la planta y próxima a la parte superior del suelo.

III. ABSORCION DE NUTRIENTES

Hasta hace poco tiempo se suponía que las sales minerales eran incorporadas en la raíz en forma pasiva con el agua absorbida. Además se creía que su movilización dentro de la raíz dependía de la transpiración.

Hoy se sabe que la absorción de sales minerales depende en gran parte de la energía metabólica, o sea que es un proceso metabólico.

Los iones adsorbidos a las superficies celulares (paredes, membranas, etc.) pueden intercambiar lugares con la solución del suelo. Además de este intercambio, otros mecanismos (flujo de masas, etc.), que ocurren en ausencia de energía metabólica pueden ser responsables en pequeña parte de la absorción de sales minerales por la planta. Varios mecanismos complejos en los que hay gasto de energía son, aparentemente, los que determinan en mayor proporción la entrada de los nutrientes en la planta. Esto se conoce como la absorción activa.

Un número variable de factores externos afectan la absorción de sales minerales, a saber:

1. Temperatura

Si la temperatura del suelo aumenta, la absorción de nutrientes aumenta. Esto se debe principalmente a un incremento en la actividad de los iones y moléculas del suelo, y a una mayor actividad metabólica de la raíz.

2. Luz

La energía solar es usada por la planta para la fotosíntesis y la energía química derivada de ella es usada por la raíz para absorber nutrientes del suelo.

3. Oxígeno

La fase activa de la absorción de sales es inhibida por la ausencia de oxígeno. El oxígeno es indispensable para la respiración de la raíz.

4. pH.

La aprovechabilidad de los nutrientes es profundamente afectada por el pH. Valores de pH fuera del rango fisiológico (4.0 a 8.0), dañan la planta e impiden la absorción de elementos nutritivos.

5. Estado de desarrollo de la planta

Quando la planta está pequeña la demanda de nutrientes no es grande. Al aumentar el desarrollo, aumenta la necesidad de mayor cantidad de sales minerales. En el caso del maíz, esta alcanza su máximo cuando se llega a la etapa de formación de los órganos reproductivos.

IV. FUNCIONES DE ALGUNOS ELEMENTOS ESENCIALES PARA EL MAIZ

NITROGENO. Es esencial para el crecimiento y reproducción de las plantas. Es muy importante para el desarrollo y funcionamiento del protoplasma. Generalmente es absorbido en forma de ión nitrato o de ión amonio. Es un componente de los aminoácidos y por consiguiente de las proteínas. Hace parte de los ácidos nucleicos ARN y ADN, esenciales para la síntesis de las proteínas. El nitrógeno entra en la composición de la clorofila y de las enzimas denominadas citocromos, muy importantes en la fotosíntesis y en la respiración. Es un poderoso estimulante del crecimiento vegetal. El maíz es muy exigente en este elemento y su deficiencia causa mayor reducción en la producción que cualquier otro elemento esencial. La producción de maíz es limitada por deficiencia de nitrógeno más a menudo que por la de otros elementos y por consiguiente es el elemento más importante para la producción.

Síntomas de deficiencia: clorosis de las hojas inferiores que se inicia en las puntas y avanza a lo largo de la vena central. Bajo condiciones de deficiencia severa, las hojas inferiores se secan y se caen, y el desarrollo se reduce considerablemente.

FOSFORO. Es esencial para la división celular y el desarrollo de los meristemos apicales. Es absorbido por la planta casi enteramente en forma inorgánica (como ión PO_4^{\equiv} o como ión H_2PO_4^-). Los fosfatos afectan mucho la formación y desarrollo de los granos, aceleran la maduración de los mismos, al igual que la formación y desarrollo de las raíces.

El fósforo es un constituyente de los ácidos nucleicos, los fosfolípidos y las coenzimas NAD y NADP. Además, forma parte del trifosfato de adenosina (TPA), es importantísima fuente de energía para el metabolismo vegetal.

Síntomas de deficiencia: se presenta una pigmentación roja o púrpura en las hojas debida a la presencia de antocianinas. Hay reducción en el tamaño de la planta y el color de las hojas se torna azul-verde oscuro.

La alta movilidad de este elemento dentro de la planta determina que los primeros síntomas de deficiencia aparezcan en las hojas inferiores. La deficiencia de este elemento puede provocar también la formación de áreas necróticas muertas en las hojas y caída de las mismas, retardo en la maduración de los frutos y pobre desarrollo radical.

POTASIO. La presencia de potasio en la planta está ligada a funciones tan importantes como la fotosíntesis, la respiración, la formación de clorofila y la turgencia de las hojas. Además es un activador de varias enzimas involucradas en el metabolismo de los carbohidratos. El maíz es exigente en este elemento. El contenido de potasio en el grano es bajo, pues no se acumula en él como el fósforo.

Síntomas de deficiencia: pueden reconocerse fácilmente en el maíz. Debido a la gran movilidad de este nutriente, se presenta en las hojas inferiores una clorosis moteada, seguida por el desarrollo de áreas necróticas en las puntas y en las márgenes. Hay reducción en el desarrollo y los entrenudos son cortos.

CALCIO. Es un constituyente de la lámina media en las células. En pequeñas cantidades es necesario para una mitosis normal, pues parece estar involucrado en la organización de la cromatina, al igual que en la estructura y estabilidad de los cromosomas. Se cree que es un activador de las enzimas arginina

kinasa, adenosinatrifosfatasa y adenilkinasa. Los síntomas de deficiencia se manifiestan en las regiones meristemáticas de los tallos, hojas y puntas de las raíces, las que eventualmente mueren, determinando la cesación del crecimiento de dichos órganos.

Las hojas jóvenes son deformadas y cloróticas, debido a que la deficiencia se manifiesta primero en los ápices y a la poca movilidad de este elemento en la planta.

MAGNESIO. Es un componente de la clorofila, sin la cual el proceso de la fotosíntesis no puede llevarse a cabo. Muchas de las encimas que participan en el metabolismo de los carbohidratos requieren el magnesio como activador. También lo requieren las encimas involucradas en la síntesis de los ácidos ribonucleico y desoxiribonucleico. La deficiencia se manifiesta en el maíz en forma de una clorosis intervenal en las hojas. Inicialmente hay un amarillamiento de las hojas inferiores y a medida que la deficiencia es mas aguda se extiende a las hojas superiores.

V. REQUERIMIENTOS GENERALES DE NUTRIENTES POR EL MAIZ

Una concentración relativamente alta de nutrientes en la planta especialmente de Nitrógeno, es necesaria para un máximo crecimiento durante el período vegetativo. En el proceso de la formación del grano buena parte del Nitrógeno, del Fósforo y del Potasio absorbidos es movilizada hacia la mazorca. Si la fertilidad del suelo es baja, casi todos los nutrientes de las partes vegetativas se desplazan hacia los granos. Durante la madurez, aproximadamente dos terceras partes del Nitrógeno absorbido pasan a la mazorca y el resto permanece principalmente en el follaje. Mientras la planta está en período de crecimiento activo hay absorción continua de Fósforo, aunque al comienzo de la floración solo ha sido absorbido un 15% del total requerido. La mayor demanda de Fósforo se presenta en la floración y en el período de maduración. Durante este último, 75% del Fósforo total debe estar presente para la formación del grano.

La absorción de Potasio llega a un máximo mucho primero que en el caso del Nitrógeno. Antes de la floración la planta ya ha absorbido 30% del total necesario y el resto se completa antes de la formación del grano. Relativamente poco Potasio se acumula en el grano y a diferencia del Nitrógeno y del Fósforo, la

cantidad de este elemento que es movilizada de las partes vegetativas hacia la mazorca es pequeña. Parece que parte del potasio absorbido regresa al suelo a través del sistema radical.

BIBLIOGRAFIA

1. Aldrich, S.R. and leg, E. R. 1969. Modern corn production. The Farm Quarterly, Cincinnati (Ohio). 308 p.
2. Berger, J. 1962. Maize production and the manuring of maize. Centre D. Etude de L. Azote. Geneva (Zwitzerland) 307p.
3. Devlin, R. M. 1969. Plant Physiology. 2nd Edition, Van Nostrand Reinhold Co. New York. 446p.
4. Grant, U.J. et. al 1957. Cómo aumentar la producción de maíz en Colombia. Ministerio de Agricultura (Colombia) D.I.A. Boletín de divulgación No. 1. 51p.
5. Sprage, G. F. 1955. Corn and corn improvement. Academic Press Inc. New York. 699p.