

## INDICADORES VISUALES DE LA DEFICIENCIA DE POTASIO EN MAIZ

T. Scott Murrell\*

### Introducción

La expresión visual de la deficiencia de potasio (K) en maíz más ampliamente reconocida es la clorosis y necrosis marginal de las hojas viejas, como la que se presenta en la **Foto 1**. Sin embargo, cuando este síntoma aparece en la planta el rendimiento del cultivo ya podría haber sido afectado (Bly et al., 2002). Aun cuando este signo de la deficiencia es el más conocido, éste no es el único indicador visual de la deficiencia de K que también puede presentarse con otras manifestaciones visuales que pueden aparecer con o sin la necrosis marginal y con variable severidad dentro del campo. A medida que el número de síntomas visuales se incrementa existe una mayor probabilidad de que la deficiencia de K sea más severa. Este artículo describe a continuación estas evidencias adicionales. Puede ser difícil observar algunos de estos indicadores de deficiencia de K sin que exista un área de referencia en el campo donde se conozca que el contenido de K en el suelo es suficiente. Inicialmente, esta área se puede crear con la aplicación de una cantidad alta de K que luego se mantiene con el tiempo para reponer el K removido con las sucesivas cosechas.

### Plantas pequeñas

Es conocido por mucho tiempo que la deficiencia de K afecta el crecimiento lo que resulta en plantas más pequeñas. Este efecto fue demostrado hace décadas por Younts y Musgrave (1958) en dos experimentos de campo que probaron dosis, fuentes y métodos de aplicación de K. Las medias, a través de todos los factores estudiados, demostraron que la fertilización con K incrementó significativamente ( $p = 0.05$ ) el tamaño de la planta entre 11 y 28 %, 10 y 12 %, 9 y 16 % y 15 y 36 % cuando las mediciones se hicieron a los 26, 31, 44 y 65 días después de la siembra, respectivamente.

### Reducción de las dimensiones de la hoja y del área foliar

Una medida que cuantifica las diferencias en área foliar es el Índice de Área Foliar (IAF). Este índice es la relación entre el área foliar y una unidad de superficie de tierra (Watson, 1947). Estudios conducidos por Jordan-Meille y Pellerin (2004) encontraron que las plantas deficientes en K tenían un IAF menor que las plantas normales. La mayoría de las hojas en las plantas deficientes en K fueron más angostas y más pequeñas



**Foto 1.** La clorosis y necrosis marginal de las hojas viejas es el síntoma visual de deficiencia de K más conocido. La estaca indica un tratamiento con cero K.

que aquellas plantas que tenía suficiente K, lo que redujo el área foliar (**Figura 1**). Las hojas 5 a 7 fueron las más afectadas presentando reducciones en largo de aproximadamente 25 %. Se observaron similares reducciones para el ancho de la hoja, lo que resultó en una reducción total de 50 % en el área foliar. Las hojas que emergieron temprano o tarde en el ciclo fueron menos afectadas. Por ejemplo, las hojas 17 a la 20 tuvieron largo, ancho y superficie iguales o mayores a las hojas con adecuado K. Aun cuando estas hojas que se desarrollaron tuvieron áreas foliares más grandes, el incremento no fue suficiente para compensar las reducciones producidas en las hojas viejas, lo que produjo una reducción del IAF total de la planta.

### Desarrollo vegetativo lento

La deficiencia de K puede también retrasar el crecimiento. Jordan-Meille y Pellerin (2004) midieron una pequeña pero significativa reducción en el número de hojas visibles en plantas deficientes en K, en todos los periodos de muestreo. La mayor diferencia se presentó cuando se observaron 15 hojas visibles en las plantas con adecuado K. En este momento, las hojas deficientes en K tenían 0.8 hojas visible menos que las que tenía adecuado K, indicando un retraso en crecimiento de cerca de un estado vegetativo. En un trabajo de invernadero previo, Koch y Estes (1975) no reportaron retraso en el número de hojas totalmente

\* Tomado de: T.S. Murrell. Visual Indicators of Potassium Deficiency in Corn. Better Crops With Plant Food 94(1):14-15.

expandidas hasta el final de su periodo de muestreo que fue en la hoja 11. Estos resultados no son necesariamente inconsistentes con los de Jordan-Meille y Pellerin (2004), ya el máximo retraso en madures reportado por estos investigadores fue menor a una hoja y ellos reportaron hojas visibles antes que hojas totalmente expandidas.

### Retraso en la floración masculina

Las plantas de maíz con insuficiente K pueden tardar más para llegar al estado VT (panoja) que las plantas con suficiente K. Peaslee et al. (1971) encontraron que plantas de maíz no fertilizadas, deficientes en K y sembradas temprano en la temporada, tardaron 84 grados día de crecimiento (GDC) más para llegar al estado VT que a las plantas con buena provisión de K. Al maíz sin fertilizar que se sembró más tarde le tomó 53 GDC más para llegar a VT. Younts y Musgrave (1958) observaron lo mismo a 65 días después de la siembra en uno de sus experimentos, donde la fertilización con K incrementó significativamente ( $p = 0.05$ ) el porcentaje de plantas que llegó a VT (8 a 16 %). Sin embargo, en otro experimento, la fertilización con K no produjo incrementos significativos en el porcentaje de plantas que llegaron a la panoja. Además, uno de los tratamientos del experimento en el que se aplicó una dosis de  $135 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  usando KCl produjo una significativa ( $p = 0.05$ ) reducción en el porcentaje de plantas que llegaron a VT (16 %), cuando las plantas se muestrearon a los 65 después de la siembra. En resumen, si bien es posible un incremento en el número de días que le toma a la planta de maíz para llegar a panoja como efecto de la falta de K, esta condición no parece ser consistente.

### Retraso en la floración femenina

Al igual que con la panoja, el desarrollo del cultivo para que aparezcan los estigmas en la mazorca (R1) puede también retrasarse debido a la deficiencia de K. Younts y Musgrave (1958) observaron que el maíz fertilizado con K presentaba significativos incrementos ( $p = 0.05$ ) en el porcentaje de plantas que llegaban a R1 de los 69 a los 73 días después de la siembra, dependiendo del experimento. Estos incrementos variaron entre 8 y 34 %.

### Acame

El acame en maíz puede presentarse por enfermedades, daño por insectos, pobre desarrollo de la planta por deficiencia de K o por una combinación de estos factores.

El acame por mal desarrollo de la planta causado por deficiencia de K fue demostrado por Liebhardt y Murdock (1965). La investigación de estos dos científicos encontró que la deficiencia de K acelera el rompimiento de las células del parénquima en las



Foto 2. Acame de maíz provocado por deficiencia de K.

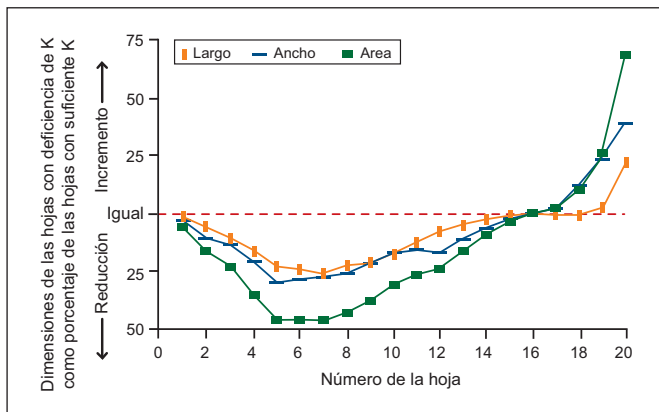
raíces de soporte y la desintegración de las células del parénquima del tallo. Las raíces de soporte mal desarrolladas promueven el acame por colapso de estas raíces, condición que ocurre temprano en el ciclo, después de R1. La desintegración de las células del parénquima promueve el rompimiento del tallo, lo que ocurre más tarde en el ciclo durante el estado de indentación de los granos en la mazorca (R5) (Foto 2).

No se observó la presencia de enfermedades en el tallo hasta la madurez del cultivo (R6) cuando el tejido del parénquima del tallo se había desintegrado significativamente. Boswell y Parks (1957) demostraron que los diferentes híbridos difieren en la susceptibilidad al acame a nivel de raíces de soporte y al acame por rompimiento de tallo. Sin embargo, el bajo suplemento de K en el suelo incrementa ambos acames en un 12 %, sin importar la susceptibilidad de los híbridos.

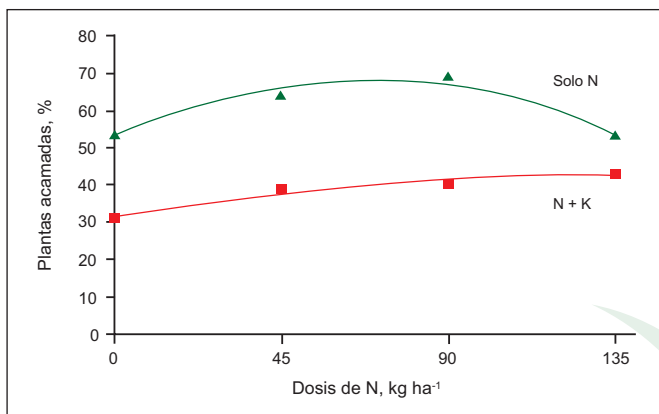
Se demostró que el acame por rompimiento del tallo estaba relacionado con las concentraciones elementales de nitrógeno (N) y K en el tallo, cuando las concentraciones de K eran bajas. Se observó que el rompimiento de las células del parénquima del tallo ocurría cuando la concentración de N era de 3 a 4 veces mayor que la de K (Liebhardt y Murdock, 1965). Fisher y Smith (1960) aislaron los efectos del N y K en el acame y encontraron que la incidencia de acame se incrementaba cuando se aplicaba N sin aplicar K en suelos con bajo contenido de K (Figura 2), lo que concordaba con los resultados obtenidos por Liebhardt y Murdock (1965).

Las enfermedades fungosas también pueden producir acame y se ha demostrado que la deficiencia de K incrementa la severidad del problema. En una reciente revisión, Prabhu et al. (2007) catalogaron tres patógenos que atacan al tallo (*Fusarium moniliforme*, *Gibberella zeae* y *Diplodia zeae*) y observaron que el maíz presenta más susceptibilidad a estos patógenos cuando existe deficiencia de K.





**Figura 1. Dimensiones de la hoja (largo y ancho) y el área superficial de hojas deficientes en K como porcentaje de las dimensiones de las hojas y área de superficie de hojas con adecuado K.**



**Figura 2. Porcentaje de plantas acamadas en función de la dosis de N. Se promedió la respuesta al K en las dosis de 45 y 90 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>.**

**Resumen**

A pesar de que la clorosis y necrosis marginal de las hojas es el síntoma visual de deficiencia de K más conocido, existen otros indicadores de bajo suplemento de K en maíz. En este artículo se discuten varios retrasos o cambios en el desarrollo de la planta que pueden ayudar a los consultores y agricultores a dilucidar el problema mientras observan el campo. El detectar estos retrasos y cambios puede ser difícil si no se tiene un área de referencia con maíz cultivado con un adecuado

suplemento de K. Por esta razón, se sugiere que se establezca y mantenga en el tiempo un área de esta naturaleza en el campo para tener las bases para la comparación.

**Bibliografía**

Boswell, F.C. and W.L. Parks. 1957. The effect of soil potassium levels on yield, lodging, and mineral composition of corn. Soil Sci. Soc. Am. J. 21:301.

Bly, A., R.H. Gelderman, J. Gerwing, and T.S. Murrell. 2002. Symptoms associated with potassium deficiency in corn. Better Crops 86(3):12-15.

Fisher, F.L. and O.E. Smith. 1960. The influence of nutrient balance on yield and lodging of Texas hybrid corn no. 28. Agron. J. 52:201.

Jordan-Meille, L. and S. Pellerin. 2004. Leaf area establishment of a maize (*Zea Mays*) field crop under potassium deficiency. Plant Soil 265:75-92.

Koch, D.W. and G.O. Estes. 1975. Influence of potassium stress on growth, stomatal behavior, and CO<sub>2</sub> assimilation in corn. Crop Sci. 15:697-699.

Liebhardt, W.C. and J.T. Murdock. 1965. Effect of potassium on morphology and lodging of corn. Agron. J. 57:325.

Peaslee, D.E., J.L. Ragland, and W.G. Duncan. 1971. Grain filling period of corn as influenced by phosphorus, potassium and the time of planting. Agron. J. 63:561.

Prabhu, A.S., N.K. Fageria, D.M. Huber, and F.A. Rodrigues. 2007b. Potassium and plant diseases. p. 57-78. In Datnoff et al. (ed.) Mineral nutrition and plant disease. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota.

Watson, D.J. 1947. Comparative physiological studies on the growth of field crops: I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. Ann. Bot. 11:41-76.

Younts, S.E. and R.B. Musgrave. 1958. Growth, maturity, and yield of corn as affected by chloride in potassium fertilizer. Agron. J. 50:423-426.🌱

