DEFICIENCIAS NUTRICIONALES DE LAS PLANTAS (589(05)

Jaime Lotero*
Rodrigo Lora Silva**

La acción de los elementos esenciales en los procesos de crecimiento de las plantas superiores algunas veces es revelada por el estudio de los efectos visibles o anatómicos que resultan de las deficiencias nutricionales o por los efectos de niveles controlados de elementos esenciales en la composición química de las plantas afectadas. Sin embargo, a menudo, los síntomas característicos o los cambios químicos asociados con deficiencias o excesos minerales en una planta pueden diferir de aquellos observados en otra. Una ligera o severa deficiencia de un elemento dado puede producir aparentemente diferentes respuestas químicas o anatómicas en diferentes plantas las cuales tienen requerimientos cuantitativos diferentes para ese elemento, diferentes actividades cuantitativas de los sistemas enzimáticos y diferentes capacidades cualitativas para metabolizar los productos intermedios de los sistemas normales o deficientes.

La diversidad de los efectos de algunas deficiencias minerales justifica la necesidad de especificar la especie y aun la variedad de planta bajo observación. Por otra parte, es necesario tener precaución en el uso de sintomatología visual ya que en muchos casos se presenta enmascaramiento debido a deficiencias múltiples o a otros factores.

---

* Ing. Agrónomo, Ph.D. Director Nacional del Programa Pastos y Forrajes. ICA.

** Ing. Químico, M.S. Programa Suelos ICA.

A continuación se describen los síntomas más comunes de deficiencias nutricionales en algunos cultivos.

1.- Deficiencia de Nitrógeno : Los síntomas de deficiencia de N son de ocurrencia común en la mayoría de los cultivos especialmente en los trópicos,

Los síntomas más comunes son:

a) Crecimiento restringido de la parte aérea y de las raíces.

b) Tallos cortos y delgados

c) Hojas pequeñas, usualmente de color verde amarillento en los primeros estados de desarrollo y posteriormente pueden mostrar coloraciones amarillas, anaranjadas y rojas y a veces púrpura. Estos últimos colores empiezan en las hojas más viejas y avanzan hacia las hojas jóvenes; la coloración también se puede desarrollar en los pecíolos.

d) Hay defoliación prematura que empieza en las hojas más viejas.

e) Las ramas laterales son pocas y las yemas laterales pueden morir o permanecer en un estado latente.

f) En casos severos, la floración se reduce grandemente y en consecuencia los rendimientos de granos y frutos son muy bajos.

Debido a las hojas pequeñas, a la defoliación prematura y a la supresión del crecimiento lateral, las plantas que sufren de deficiencia de N siempre se ven delgadas y pobremente nutridas. Algunos procesos del crecimiento, tales como la apertura de las yemas, hojas y flores, son retardados.

En cereales se puede presentar un macollamiento pobre, los tallos pueden mostrar coloración rojiza o púrpura y las espigas son muy pequeñas.

Las hojas inferiores muestran secamientos que se inician en las puntas

y proceden a lo largo de la nervadura central.

2.- Deficiencia de Fósforo. Esta deficiencia produce efectos a veces similares a los producidos por deficiencia de N.

a) El crecimiento de la parte aérea y de las raíces se reduce.

b) Tallos cortos y delgados.

c) Las hojas son pequeñas y la defoliación prematura empieza por las hojas más viejas.

d) Las ramas laterales son pocas en número y las yemas pueden morir o permanecer latentes.

e) La floración se reduce enormemente, con los consecuentes rendimientos bajos de granos y frutos.

f) La apertura de las yemas, hojas y botones florales se retarda.

g) El color de las hojas generalmente es verde azuloso y a menudo se desarrollan coloraciones púrpuras o pueden presentarse manchas bronceadas o pardas.

h) Las márgenes de las hojas pueden mostrar escoriaciones pardas (papa).

Bajo ciertas condiciones, en algunas plantas, como por ejemplo la coliflor y el tomate, hay dificultades para distinguir las deficiencias de N y de P por medio del color de las hojas.

La deficiencia de P se puede distinguir en los cereales por el color verde azuloso oscuro de las hojas y tallos, que más tarde desarrollan marcados tintes púrpura: la coloración también se puede desarrollar en las espigas.

La papa, bajo condiciones de deficiencia de P, produce hojas que no muestran tintes púrpura o bronceados, pero pierden el lustre, tienden a curvarse hacia arriba, especialmente cerca a las márgenes y desa-

rrollan quemazón marginal. El número de tubérculos se reduce.

La deficiencia de P en los tréboles conduce a que haya poco crecimiento y los tallos y pecíolos son delgados; las hojas son de color azuloso opaco o verde opaco; desarrollan manchas púrpura o bronceadas esporádicamente sobre sus superficies y luego se tornan amarillas; muchos pecíolos se marchitan y se doblan y las plantas se debilitan progresivamente y aparecen con poco follaje.

Aunque la coloración púrpura del follaje es muy común dentro de las plantas que crecen bajo condiciones de deficiencia de P, esta característica debe usarse con gran precaución al hacer la diagnosis, debido al hecho de que puede resultar de otras causas.

3.- Deficientia de Potasio. Los síntomas de deficiencia de K pueden variar de acuerdo al grado de escasez del elemento. Así, una deficiencia ligera en cereales puede producir plantas con tallos más bien delgados. y cuando la deficiencia es aguda los tallos pueden morir o pueden resultar plantas "achaparradas" con numerosos retoños pero con pocos o ningunos tallos florales. En árboles frutales, una deficiencia ligera conduce a un crecimiento restringido de las ramas y éstas son delgadas mientras que cuando la deficiencia es severa no ocurre crecimiento terminal de los brotes y éstos o las ramas enteras pueden morir, lo mismo que el árbol. Los síntomas en las hojas son muy marcados y aunque pueden variar, generalmente son muy característicos para las diferentes clases de plantas. El color de las hojas puede ser verde azuloso opaco y puede presentarse alguna clorosis, especialmente en las áreas intervenales. Uno de los siguientes síntomas generalmente se presenta, empezando en las hojas más viejas.

a) Pardeamiento de los extremos y puntas.

b) Quemazón marginal.

c) Desarrollo de manchas pardas, usualmente más numerosas cerca a las márgenes. Este síntoma puede ocurrir en conexión con la quemazón marginal.

d) Las láminas de las hojas, en muchas plantas de hojas anchas, muestran una tendencia a enroscarse en forma paralela a la vena central.

Generalmente la deficiencia de K produce considerable estancamiento del desarrollo ; los entrenudos de los tallos son cortos; la producción de granos y frutas es severamente restringida, y los sistemas radiculares pueden ser muy pobres.

Cultivos de hojas anchas que muestren quemazón en las márgenes de las hojas son sospechosos de deficiencia de K, pero debe recordarse que este síntoma puede resultar de otras causas, tales como la deficiencia de Ca y P, toxicidad de B o Cl, daño por aspersión, sequía, vientos, quemazón por fertilizantes, bajas temperaturas y heladas, etc.

En cereales el tallo siempre es corto; las plantas son delgadas y la formación del grano es escasa; las espigas y los granos son pequeños o las plantas pueden producir excesivas macollas y tienen pocos tallos florales; las hojas pueden ser verde azulosas o ligeramente cloróticas y los extremos de las hojas y márgenes pueden mostrar pardeamiento y quemazón.

En cebada, las hojas son semicloróticas y muestran lesiones blancas prominentes; parece que la cebada es el cereal más susceptible.

Las hojas de las plantas del género Brassica son verde azulosas y pueden mostrar ligera clorosis intervenal; las márgenes de las hojas

muestran quemazón y las hojas se pueden curvar hacia abajo, con los bordes quemados curvados hacia arriba. La quemazón puede progresar intervenalmente de las márgenes hacia la nervadura central en la coliflor. En el repollo el crecimiento es lento y las hojas toscas y sin gustosidad.

La deficiencia de K es de marcada importancia en la papa. Cuando es muy severa, las plantas son muy pequeñas; a las hojas les falta lustre, son opacas, verde azulosas y pueden mostrar clorosis intervenal. Las márgenes y extremos desarrollan un pardeamiento e innumerables manchas pequeñas pardo oscuras. Las superficies superiores de las hojas tienen una apariencia bronceada característica . Las hojas muestran arrugamientos y enroscamientos; eventualmente se tornan pardas y marchitas y se pueden caer, o los tallos se pueden derrumbar y la planta aparece como una masa parda sobre el suelo. El tamaño de los tubérculos se reduce y la cosecha puede ser insignificante.

En tréboles y en alfalfa se presentan manchas en las hojas, además de la clorosis y pardeamiento marginal; en los primeros estados las manchas generalmente forman un "sombreado" bien definido alrededor de las márgenes de las hojas y pueden ser blancas o pardas de acuerdo con las variedades. Las manchas blancas generalmente se vuelven pardas con la edad, y en los últimos estados las márgenes de las hojas pueden desarrollar una quemazón parda severa.

El tomate tiene un requerimiento alto de K. Cuando el elemento es deficiente las plantas son leñosas y el crecimiento es lento. Las hojas son verde azulosas en color. En las hojas inferiores, el color verde alrededor de las márgenes y entre las venas se torna en un color gris pálido, y las márgenes de las hojas se secan y se curvan hacia la superfi-

cie superior; el secamiento o quemazón puede progresar hacia las hojas superiores. Las hojas pueden también mostrar "bronceamiento" y algunos parches pequeños amarillos y anaranjados se pueden desarrollar en algunas de las hojas pequeñas. Los frutos a menudo no maduran uniformemente y pueden mostrar manchas amarillo-verdosas.

La cebolla muestra como síntoma principal un pardeamiento de los extremos de las hojas, que progresa hacia abajo en forma de muerte descendente. (die-back).

Los frijoles son a menudo afectados por la deficiencia de K; clorosis y quemazón ocurren en esta planta; el tipo de crecimiento es "achaparrapado".

La deficiencia es de importancia en algunos frutales como el manzano; el crecimiento es raquítico y el "die-back" de los retoños y ramas es común las hojas son verde-azulosas y pueden exhibir una clorosis intervenal, y mostrar típicas quemazones marginales de color pardo o gris; las yemas florales pueden estar bien desarrolladas en los primeros estados de la deficiencia pero los rendimientos de fruta son bajos y de mala calidad.

En peras, la quemazón marginal de las hojas es de color casi negro. En duraznos puede haber considerable clorosis en adición a la quemazón y algunas variedades muestran un enrollamiento considerable de las márgenes de las hojas.

En maíz, cereales y pastos, generalmente se presenta secamiento y quemazón de las puntas y bordes de las hojas más viejas, progresando hacia las hojas más nuevas a medida que la deficiencia se hace más aguda; usual-

mente la vena central permanece verde.

4.- Deficiencia de Calcio. Los síntomas principales de deficiencia de Ca generalmente aparecen en las hojas jóvenes y cerca a los puntos de crecimiento de los tallos y raíces. Las hojas jóvenes pueden estar severamente deformadas, con las puntas encorvadas hacia abajo y las márgenes enroscadas hacia abajo o hacia arriba; las márgenes a menudo son de apariencia irregular y rasgadas y pueden mostrar quemazón parda y manchas o bandas marginales cloróticas delgadas. Estos síntomas en las hojas son exhibidos por muchas plantas de hojas anchas; además a menudo ocurren alteraciones severas de los tejidos del mesófilo. Los puntos en crecimiento a menudo mueren, y frecuentemente se doblan como en el caso del trébol blanco. En muchos casos las hojas jóvenes permanecen plegadas, es decir, no se abren.

Los sistemas radiculares son pobremente desarrollados y les falta fibra y las raíces pueden aparecer gelatinosas.

En cereales, los puntos de crecimiento pueden no emerger, particularmente los brotes laterales o macollas.

En plantas del género Brassica el encorvamiento de las puntas de las hojas jóvenes, seguido por la muerte de los puntos de crecimiento, es común y las hojas más viejas muestran una desorganización del mesófilo. Las plántulas pueden exhibir un "moteamiento" clorótico.

Muchos cultivos de raíces, como la remolacha, inhiben la muerte de los puntos en crecimiento como un síntoma sobresaliente, y las zanahorias muestran además doblamiento de los pecíolos jóvenes.

La papa produce retoños delgados; la apariencia del follaje cerca al extremo de los brotes es muy característica; las hojas nuevas son

pequeñas con márgenes ligeramente cloróticas y enrolladas hacia las superficies superiores en forma paralela con la vena central. La formación de tubérculos es muy seriamente afectada y éstos pueden no desarrollarse. Este efecto en la formación de tubérculos está claramente demostrado por los siguientes datos de experimentos en cultivos en arena:

Tratamiento	Peso promedio por tubérculo (g)
Completo	60,1
Sin N	26,8
Sin P	30,8
Sin Ca	2,4
Sin Mg	15,6
Sin K	16,9

En hojas de frijoles se puede presentar doblamiento marginal o desarreglo del mesófilo y el color de la hoja puede ser verde claro. Los tallos pueden doblarse cerca a los puntos de crecimiento, como también los pecíolos, mientras que las vainas y las semillas pueden no desarrollarse.

Las hojas de los tréboles pueden mostrar quemazón marginal y el doblamiento de los pecíolos es común. El tomate muestra un "die-back" muy notorio de tallos, hojas y capullos florales.

Entre los árboles frutales los síntomas visuales de deficiencia de Ca han sido estudiados principalmente en manzanos. Los principales síntomas observados son muerte de los puntos de crecimiento de los brotes terminales, seguidos por "die-back" quemazón, apariencia rasgada, y en-

rollamiento hacia arriba de las márgenes de las hojas, siendo afectadas primero las puntas de las hojas.

En el campo, en suelos fuertemente ácidos, donde la deficiencia de Ca es más común, los síntomas mostrados por las plantas pueden ser muy complejos y a menudo consisten de combinaciones de deficiencia de Ca y toxicidad de Al ó Mn, y a veces también deficiencia de Mg: además es posible la deficiencia de N,P, K y Mo.

5.- Deficiencia de Magnesio. Los síntomas de deficiencia de Mg son más notorios en el follaje; los primeros efectos se notan inicialmente en las hojas más viejas y proceden sistemáticamente hacia las hojas más jóvenes. La clorosis es común, lo cual no es sorprendente debido al hecho de que el Mg es un constituyente de la clorofila. La clorosis no es el único síntoma y a veces se desarrollan tintes brillantes de otros colores. La deficiencia es más notoria hacia el final del período de crecimiento de las plantas, pero puede también aparecer en plántulas.

Las hojas severamente afectadas se pueden marchitar y caerse o pueden caerse sin marchitamiento. La defoliación puede ser severa como por ejemplo en los manzanos.

Hay gran variedad de síntomas producidos por la deficiencia de Mg en diferentes plantas.

Cuando los síntomas de deficiencia de Mg se presentan en plantas anuales en un estado avanzado del período de crecimiento, los rendimientos pueden no reducirse apreciablemente, pero en plantas perennes como frutales una deficiencia prolongada resulta en un crecimiento retardado y eventualmente en un árbol sin utilidad.

Los cereales son medianamente tolerantes a la deficiencia de Mg; probablemente la avena es el cereal más susceptible. Los ejemplos de síntomas de deficiencia en cereales son escasos. Los síntomas en las hojas de avena son muy característicos y aparecen como hileras paralelas de pequeñas manchas cloróticas; en un estado más avanzado estas hileras se tornan en rayas necróticas intermitentes. El maíz también muestra una condición necrótica similar en las hojas, con alguna coloración roja y púrpura. En cebada, las márgenes de las hojas más viejas muestran áreas necróticas. En todos los cereales hay marchitez y muerte de las hojas más viejas.

Las plantas del género Brassica parecen ser muy susceptibles a la deficiencia de Mg, especialmente la coliflor y el brócoli. En estos cultivos los síntomas aparecen en forma similar, como un "moteamiento" clorótico intervenal o "marmoración" de las hojas más viejas. Las hojas afectadas posteriormente desarrollan tintes que pueden ser muy brillantes (especialmente en coliflor y brócoli) y predominan los colores amarillo, anaranjado, rojo y púrpura.

La papa puede mostrar efectos severos de la deficiencia y en este cultivo puede haber variaciones de síntomas en diferentes variedades. Las hojas pueden o no mostrar clorosis apreciable, empezando en la base de la planta. Se puede desarrollar una necrosis marginal y extenderse en forma de parches entre las venas, hacia la nervadura central, pero usualmente se desarrolla intervenalmente sobre un área central bien definida alrededor de la nervadura central, dejando una banda marginal verde. Las hojas afectadas se pueden marchitar rápidamente y colgar verticalmente en el tallo o caerse; la defoliación puede ser seria.

En muchas leguminosas (fríjoles, tréboles, alfalfas), las porciones centrales de las hojas desarrollan clorosis intervenal y las márgenes permanecen verdes o pueden llegar a ser coloreadas (tréboles).
En el tomate, las hojas inferiores u hojas inmediatamente sobre una inflorescencia muestran clorosis intervenal. Las márgenes de las hojas pueden o no permanecer verdes, y las hojas pueden mostrar algún enrollamiento marginal hacia las superficies superiores. Parches necróticos intervenales se desarrollan más tarde, y finalmente las hojas se marchitan y se caen o permanecen colgando del tallo en forma vertical. Cuando la deficiencia es aguda, todo el follaje de la planta puede ser clorótico, con la excepción de las hojas más jóvenes.

En árboles frutales como el manzano, las hojas muestran una variedad de síntomas. En su forma más simple los síntomas consisten de una clorosis intervenal en áreas alrededor de la vena central, o empezando cerca a las márgenes y desarrollándose progresivamente hacia la vena central. Cuando se presenta necrosis parda, ésta es precedida por una desaparición del color verde normal en las áreas que son más tarde afectadas; estas áreas de color verde claro se sienten fláccidas y delgadas al tacto. La necrosis puede ser precedida por una coloración púrpura, la cual desaparece a medida que se desarrolla la necrosis y ésta puede estar acompañada por clorosis intervenal. En algunos casos de necrosis marginal es difícil distinguir los síntomas de aquellos que resultan de una deficiencia de K, bajo una deficiencia de Mg aguda, las manzanas no maduran normalmente y son pequeñas, pobremente coloreadas y les falta sabor.

6.- Deficiencia de Azufre. Los efectos de la deficiencia de S se parecen a los de deficiencia de N. El crecimiento de los brotes se res-

tringe aunque menos que cuando la deficiencia es de N. Los tallos son duros, leñosos y delgados; el crecimiento es erecto y ocurre amarilleamiento de las hojas. En tréboles, alfalfa y tomate, el follaje es de color verde pálido y hay una tendencia a presentarse coloración amarilla, como en el caso de deficiencia de N. Coloración Roja se puede presentar como en el caso del algodón.

Algunos dicen que la deficiencia es más severa en las hojas jóvenes, las cuales tienen un color verde pálido y las venas pueden ser más cloróticas que el resto de la hoja.

7.- Deficiencia de Hierro. La deficiencia de Fe es más común en frutales que en otra clase de plantas. El principal síntoma es siempre una clorosis severa de las hojas y el crecimiento reciente o nuevo es el más severamente afectado. En algunos casos las hojas pueden ser casi blancas y en otros la clorosis puede aparecer en forma de manchas. Quemazón de las márgenes de las hojas y puntas puede ocurrir en condiciones extremas.
La clorósis debida a la deficiencia de Fe puede ocurrir en los suelos altos en cal.

Los cereales y hortalizas parecen resistentes a la deficiencia de Fe en el campo, y pueden crecer en suelos calcáreos sin mostrar síntomas apreciables de deficiencia. Las plantas del género Brassica que sufren de deficiencia de Fe, muestran clorosis en las hojas y ocasionalmente algunas hojas son completamente blancas. Los síntomas son muy similares a los de deficiencia de Mn y frecuentemente es imposible distinguir entre las dos deficiencias en estos cultivos, usando solamente los síntomas visuales.

La papa es muy resistente a la deficiencia de Fe bajo condiciones de campo, pero cuando está afectada muestra la clorosis usual en el follaje superior. En el tomate, las hojas cerca a los extremos de la planta muestran un moteado clorótico y éste es más pronunciado cerca a la nervadura central y hacia las bases de las hojas pequeñas.

En manzanos los síntomas cloróticos son más severos en las hojas jóvenes de los extremos de los brotes. En casos de una deficiencia muy aguda, los extremos de los brotes mueren y el "die-back" se puede extender a las ramas mayores.

8.- Deficiencia de Manganeso. En general, la clorosis de las hojas es uno de los síntomas más comunes de la deficiencia de Mn, pero en algunos casos los síntomas son muy variados de acuerdo con las diferentes especies de plantas. Entre los cereales, la avena es el cultivo más susceptible. La deficiencia en avena se conoce como enfermedad de la "peca gris". Los síntomas generalmente aparecen en las hojas más viejas; las porciones basales llegan a ser algo amarillentas; pecas grises o rayas aparecen principalmente en las mitades basales y a menudo más severamente cerca a las márgenes. Las rayas tienden a alargarse y juntarse y el tejido severamente afectado se vuelve pardo. Las hojas eventualmente se quiebran cerca a los puntos terminales de las partes basales severamente afectadas; el tejido sobre la quebradura puede permanecer verde y colgar hacia abajo. Las áreas pardas pueden también retorcerse en forma de espirales, En el estado final, las hojas severamente afectadas se vuelven pardas y se marchitan. El sistema radicular es a menudo muy pobremente desarrollado y las plantas muy afectadas pueden morir.

El trigo y la cebada, bajo condiciones de deficiencia de Mn, son de color verde pálido y pueden mostrar rayas cloróticas y amarillamiento. En plantas de trigo severamente afectadas se presentan lesiones intervenales blancas, y en cebada se presentan numerosas manchas pequeñas de color pardo y lesiones a lo largo de las áreas intervenales.

En plantas del género Brassica, los síntomas aparecen primero como un "marmoramiento" intervenal clorótico. En casos de deficiencia severa el total de las hojas aparecen blanquecinas y sólo las venas permanecen verdes y alguna necrosis se puede presentar en los tejidos moteados.

En la papa, las hojas de los extremos pierden su lustre y se tornan pálidas y tienden a ser pequeñas y se curvan hacia las superficies superiores; pequeñas manchas pardo oscuras se pueden presentar en las hojas, especialmente a lo largo de las venas; aunque estas manchas son más numerosas en las hojas pálidas cerca a los extremos de los retoños, también se puede presentar en hojas viejas que aún están verdes.

Los frijoles pueden mostrar una fuerte clorosis y el tejido clorótico desarrolla áreas necróticas.

Los síntomas de deficiencia de Mn en el tomate empiezan con un "moteamiento" clorótico en las hojas jóvenes y se puede esparcir en las hojas viejas, y la planta entera puede aparecer de color verde pálido. La clorosis usualmente no es tan marcada como en el caso de deficiencia de Fe en la cual las hojas de los extremos solamente son afectadas. Las áreas moteadas se pueden convertir en manchas necróticas.

En manzanos, las hojas desarrollan una clorosis intervenal que empieza cerca a las márgenes y se extiende al resto de la hoja.

10.- Deficiencia de Cobre. La deficiencia de Cu está asociada con la

enfermedad fisiológica denominada "exanthema" o "die-back" de citrus y manzanos; los retoños mueren en forma descendente, el follaje puede mostrar quemazón de las márgenes o clorosis, y apariencia de roseta y múltiple formación de yemas; también puede ocurrir la formación de goma.

La deficiencia de Cu se ha observado en gramíneas en Holanda, Australia y Dinamarca, donde se conoce con el nombre de "enfermedad de reclamación", "Punta amarilla" y "punta marchita". Los síntomas característicos en cereales consisten en el marchitamiento y clorosis marginal de las puntas de las hojas jóvenes, y una tendencia del follaje a marchitarse; las espigas son pequeñas y mal formadas; la base de la planta permanece verde y la formación de granos es restringida más severamente que el crecimiento vegetativo.

9.- Deficiencia de Boro. La deficiencia de B es responsable de un gran número de anormalidades falsamente denominadas "enfermedades". Las más conocidas son la "pudrición del corazón" de la remolacha azucarera; "cáncer" de la remolacha común; "corazón pardo" de los nabos; "pardeamiento" ó "Tallo hueco" de la coliflor; "tallo partido" del apio; "amarillamiento" de la alfalfa;"Mancha seca" ó "corazón corchoso" de las manzanas; "fruta dura" de los citrus, y "enfermedad del topo" del tabaco. La losta no deja lugar a dudas en cuanto a la importancia de la deficiencia en los cultivos y además indica la amplia variedad de síntomas que ha dado lugar a numerosos nombres descriptivos aplicados a las"enfermedades".

En muchas plantas los puntos de crecimiento son afectados severamente y pueden morir, y los tallos y las hojas pueden mostrar deformaciones considerables. La parte central y la epidermis de los tallos pueden ser afectados, dando lugar a tallos huecos y corrugados. Las hojas a

menudo son quemadas y encorvadas y pueden mostrar un ligero moteamiento o alguna formación de pigmentos. Una deficiencia severa deforma los frutos.

La deficiencia no se conoce en cereales en el campo y parece que éstos tienen un requerimiento de B muy bajo.

Las Brassica puede sufrir severamente por deficiencia de B. La coliflor es muy susceptible y los síntomas consisten en un pardeamiento de la inflorescencia o ésta puede no desarrollarse; deformación del tallo principal, pecíolos y nervaduras centrales; moteamiento marginal de las hojas y una condición hueca del tallo; las hojas jóvenes pueden mostrar una deformación considerable.

Los repollos son ligeramente resistentes; las plantas jóvenes pueden mostrar deformación de las hojas y las plantas viejas trastornos en áreas del centro de los tallos.

En remolacha, la pudrición ocurre en la superficie de las raíces y puede no penetrar en los tejidos más centrales, pero en casos severos la parte carnosa muestra lesiones pardo oscuras!

La papa, cuando crece en campos bajo condiciones que produce falla total de la remolacha y otros cultivos susceptibles a B, no ha mostrado síntomas que puedan atribuírse a la deficiencia de B. En cultivos en arena, la papa muestra deformación y muerte de los tejidos de los puntos de crecimiento y las hojas toman una apariencia gris amarillenta.

En las leguminosas, los puntos de crecimiento mueren y los tallos son gruesos y duros; las hojas pueden mostrar clorosis, como en los fríjoles, y cantidades variables de pigmentos, como en el trébol blanco

y la alfalfa.

En el tomate, mueren los puntos de crecimiento y las plantas tienen tallos y pecíolos duros y quebradizos; las hojas tienden a ser altamente coloreadas y el púrpura, rojo y amarillo predominan; cuando se forman los frutos, muestran áreas ahuecadas en la superficie.
En manzanos los frutos son mal formados; en el exterior pueden mostrar hendiduras y arrugamientos de la corteza, e internamente pueden exhibir áreas corchosas y pardeamientos.
Los árboles pueden perder hojas y desarrollar una condición del follaje conocida como roseta; los síntomas de defoliación y roseta están acompañados por hendiduras y arrugamientos de la corteza y por "dic-back" de los retoños y ramas.

11.- Deficiencia de Zinc. La deficiencia de Zn en los citrus está ampliamente distribuída y ha sido reportada en casi todas las áreas donde se cultivan citrus; causa la condición conocida como "hoja moteada". Causa la "hoja pequeña" ó del manzano y la "yema blanca" del maíz.
Los síntomas comunes de deficiencia de Zn en cultivos de hojas anchas, tales como frutales, consisten en una clorosis intervenal a menudo acompañada de necrosis y pigmentación; tamaño reducido y mala formación de las hojas; follaje escaso y entrenudos cortos (condición de roseta) y producción reducida de frutas.
Los síntomas sugieren una relación estrecha entre el Zn y la formación de clorofila.

En cereales las plantas jóvenes muestran color púrpura y muerte de

las hojas viejas y el tallo de las plantas maduras tiene una apariencia grisácea característica.

12.- Deficiencia de Molibdeno. La deficiencia de Mo ha sido reportada en muchos cultivos incluyendo tréboles, alfalfa, pastos, tomate, y soya. Una deficiencia en coliflor, conocida como "whiptail" (cola de látigo) ha sido reportada; las plantas presentan hojas delgadas, mal formadas y alargadas, con limbos incompletos.
Los síntomas de deficiencia difieren con los cultivos pero como regla general primero se presentan como una clorosis intervenal. En las leguminosas las plantas usualmente toman un color amarillo pálido y el crecimiento se detiene (síntomas característicos de la deficiencia de N).

Petersen y Purvis (Soil Sci. Soc. Am. Proc. 25: 111. 1961.), describieron la deficiencia de Mo en maíz en la forma siguiente: "Muerte de las puntas de las hojas más viejas que procede a lo largo de las márgenes, desarrollándose una necrosis entre las venas y muerte de las hojas. Las hojas jóvenes se marchitan y luego mueren a lo largo de las márgenes y en algunos casos se curvan o retuercen.

13.- Deficiencia de Cloro. En remolacha azucarera, en soluciones de cultivo, la deficiencia de Cl causa un crecimiento reducido de la parte aérea y raíces cortas y gruesas. Los síntomas foliares de deficiencia de Cl primero aparecen como una clorosis intervenal en las hojas jóvenes. En los primeros estados, los síntomas son similares a los de la deficiencia de Mn; en estados más avanzados, se presentan depresiones suaves en las áreas intervenales y las venas sobresalen notoriamente sobre la superficie de las hojas. En estos estados se

puede distinguir de la deficiencia de Fe y Mn.

Cuando hay deficiencia de Cl, las plantas afectadas se marchitan, llegan a tener áreas cloróticas y necróticas y muestran un bronceamiento en las hojas. En soluciones de cultivo se ha mostrado que la deficiencia de Cl está asociada con un crecimiento reducido de la raíz.

Clave para síntomas de deficiencia en maíz.

A.- Cambios de color en hojas superiores	Deficiencia
1.- Banda blanca en la parte inferior de la hoja	Zinc
2.- Clorosis intervenal a lo largo de la hoja. En caso extremo las venas toman color amarillo	Hierro
3.- Amarillo pálido de las hojas jóvenes; secamiento del extremo de las hojas viejas.	Cobre
4.- Planchas blancas irregulares entre las venas; mazorca deforme con pocos granos	Boro
5.- Verde pálido o amarillo entre las venas	Manganeso
6.- Las hojas jóvenes se marchitan y mueren a lo largo del margen o borde	Molibdeno
7.- Deformación y muerte del cogollo	Calcio

B.- Cambios de color en hojas inferiores.	
1.- Amarillamiento del extremo hacia atrás en forma de una V	Nitrógeno
2.- Decoloración marrón y necrosis a lo largo de los bordes del extremo hacia la base	Potasio
3.- Bandas blancas - amarillo pálido entre las venas	Magnesio
4.- Color púrpura y marrón del extremo hacia	

atrás en el limbo — Fósforo

5.- Amarillamiento uniforme de hojas superiores e inferiores. Bandas amarillas intervenales. — Azufre

Clave para síntomas de deficiencia en algodón.

A. Hojas inferiores curvadas con moteado intervenal, verde- blanco, manchas necróticas; márgenes marrón — Potasio

B. Hojas inferiores color púrpura con venas de color verde intenso — Magnesio

c. Plantas verde pálido, hojas inferiores verdes a marrón — Nitrógeno

D. Plantas verde oscuro; hojas pequeñas; maduración tardía; plantas pequeñas — Fósforo

E. Clorosis intervenal pronunciada; bronceamiento de las hojas con márgenes retorcidos; maduración retardada — Zinc

F. Muerte del cogollo hacia abajo; botones florales cloróticos; ruptura en los pedúnculos y pecíolos con bandas a lo largo — Boro

G. Hojas amarillo-grisáceo o rojo-grisáceo con venas verdes — Manganeso

H. Las hojas jóvenes son primero afectadas y se tornan de color verde pálido; las hojas viejas permanecen verdes; las plantas son pequeñas — Azufre

Clave para síntomas de deficiencia en Tabaco

	Deficiencia
A. Hojas inferiores cloróticas pero sin manchas de tejido muerto, las extremos y márgenes retorcidos o curvados hacia arriba, nervaduras verdes	Magnesio
B. Pequeñas manchas de tejido muerto entre las venas. Hoja arrugada y curvada hacia arriba	Potasio
C. Entrenudos cortos; hoja gruesa y de color verde oscuro; manchas necróticas que se agrandan rápidamente hacia el extremo y márgenes.	Zinc
D. Hojas de color verde claro debido a clorosis sobre la hoja entera seguida por formación de manchas.	Molibdeno
E. Planta de color verde claro; las hojas inferiores amarillas, con secamiento de color marrón	Nitrógeno
F. Planta de color verde oscuro. Las hojas inferiores pueden amarillarse y secarse con color marrón a negro. Las hojas pueden tomar posición erecta.	Fósforo
G. Hojas jóvenes y cogollo distorsionado. El cogollo puede morir. El tallo muere de arriba hacia abajo. Hojas inferiores de apariencia normal.	Calcio.
H. Hojas jóvenes muestran zona de la base verde claro	

y luego rotura se presenta. La zona del cogollo está distorsionada y el punto de crecimiento puede morir. Boro

I. Hojas jóvenes marchitas; formación de manchas puede ocurrir en las hojas viejas; el tallo inmediatamente debajo de la cabeza de semillas se curva Cobre

J. Hojas jóvenes cloróticas con manchas necróticas dispersas sobre la hoja. Las venas más pequeñas permanecen verdes generalmente. Manganeso

K. Hojas jóvenes con venas de color verde claro. Doblamiento hacia abajo de los extremos Azufre

L. Clorosis de las hojas jóvenes con las venas principales de color verde. Acortamiento del tallo. Hierro.

Clave para síntomas de deficiencia en cultivos Hortícolas

Deficiencia

A. Las hojas nuevas desarrollan un color amarillo-claro primero en la zona intervenal y mas la hoja completa. Generalmente la necrosis y el secamiento son ausentes. Hierro

B. La clorosis aparece primero en la zona intervenal de las hojas nuevas y luego se extiende a las hojas más viejas. Las venas permanecen verdes aun en estados avanzados de deficiencia. Las áreas

cloróticas se vuelven marrón o transparentes.
Finalmente ocurre necrosis. Manganeso

C. Las hojas nuevas generalmente son anormalmente pequeñas con moteado amarillo o uniformemente cloróticas. Son comunes las áreas necróticas. Zinc

D. Los síntomas aparecen primero en las hojas viejas. Las hojas desarrollan un bronceamiento y un color amarillo - marrón. Los márgenes se vuelven marrón y se escocan hacia abajo. Sistema radical pobremente desarrollado. Potasio

E. Clorosis intervenal y venas verdes de las hojas viejas. Posterior formación de zonas necróticas. En algunos casos puede haber pigmentación rojo- púrpura en lugar de clorosis. Magnesio

F. Moteado de las hojas viejas con venas ligeramente verdes. Las hojas nuevas son verdes al principio pero luego se tornan moteadas. En algunos casos ocurren deformaciones y el limbo puede desaparecer. Si la deficiencia se prolonga aparecen áreas cloróticas y puede haber necrosis en los extremos y márgenes. Molibdeno

G. Cogollo y pecíolo de hojas nuevas de color claro y con deformación. Internudos cortos con arrosetamiento pronunciado en las zonas terminales del tallo. En estados avanzados los cogollos mueren.

La raíz retarda el crecimiento, coloración oscura, formación de áreas de aspecto de corcho en ciertos casos como remolacha y rábanos. Tallo hueco es común en repollo y coliflor, y roturas del mismo es común en apio. Boro

H. Tallos gruesos y leñosos con crecimiento vegetativo retardado. Hojas nuevas cloróticas y hojas viejas verdes. Los brotes nuevos no son túrgidos. El extremo de la raíz muere. Calcio

I. Crecimiento de la planta retardado. Las hojas exhiben clorosis y blanqueamiento. Falta de túrgidez. Cobre

J. Crecimiento retardado con tallos fibrosos y duros. Hojas amarillo-verdoso. En casos extremos la planta puede tomar color amarillo. Las raíces pueden mostrar mayor desarrollo que la parte aérea en las etapas iniciales de deficiencia pero finalmente se tornan de color marrón y mueren. Nitrógeno

K. Las hojas inferiores son gruesas y firmes y desarrollan un color amarillo verdoso. Los tallos son duros, leñosos y anormalmente clongados El sistema radical es extensamente desarrollado. Azufre

H. Crecimiento retardado sin clorosis de las hojas. Tallos leñosos. Hojas pequeñas y a menudo de color verde oscuro anormal. En muchos cultivos

el lado inferior de las hojas desarrolla color rojo - púrpura. Se restringe el desarrollo de raíces fibrosas. Se retarda la maduración de los frutos.

Fósforo

BIBLIOGRAFIA

HEWITT, E.J. 1963. The essential Nutrien Elements: Requirements and Interactions in Plants. In : Plant Physiology III. F.C. Steward Ed. p. 137-360.

THE AMERICAN SOCIETY OF AGRONOMY AND THE NATIONAL FERTILIZER ASSOCIATION. 1964. Hunger Signs in Crops, a Symposium, D.C.

WALLACE, T. 1953. The diagnosis of Mineral Deficiencies in Plants by Visual Symptons. Chemical Publishing Co. Inc. New York.