

Sintomas de deficiência de macro e micronutrientes de plantas de milho híbrido BRS 1010¹

Magna Maria Macedo Ferreira²

Macro and micronutrients deficiency symptoms of hybrid corn plants BRS 1010

Resumo - As deficiências nutricionais na cultura do milho contribuem significativamente para a queda da produtividade e, conseqüentemente, do lucro do produtor. Dessa forma, é importante que pesquisas sejam conduzidas no sentido de identificá-las no início do ciclo da planta para que as devidas providências sejam tomadas a tempo de não prejudicar a colheita. Com base nisso, objetivou-se com esse trabalho identificar a sintomatologia de deficiência dos nutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, boro, manganês, zinco, molibdênio e cobre no milho híbrido BRS 1010. O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente ao Departamento de Solos e Irrigação do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Roraima, entre 07 de abril e 11 de maio de 2010. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso com treze tratamentos e três repetições, perfazendo um total de 39 parcelas experimentais. Cada parcela foi representada por um vaso de Leonard contendo duas plantas. O tratamento ‘completo’ foi representado pelas plantas que receberam, via solução nutritiva, todos os nutrientes essenciais ao crescimento e desenvolvimento. Os demais tratamentos consistiram de uma subtração de cada nutriente mencionado anteriormente, sendo os demais supridos normalmente. Os sintomas de deficiência de cada macro e micronutrientes foram descritos, tão logo apareciam e durante todo o período de condução do experimento. O método da diagnose por subtração mostrou-se eficiente para avaliar visualmente os sintomas de deficiência nutricional no milho.

Palavra chave - Deficiência nutricional. Diagnose por subtração. Diagnose visual. Macronutrientes. *Zea mays* L.

Abstract - The nutritional deficiencies on corn culture contribute significantly to the fall in productivity and, consequently, of the farmer gain. It is important to identify the nutritional deficiencies at the beginning of the plant cycle so that providences can be taken in at time to save the harvest. Thus, this objective of this study was to identify the deficiency symptoms of the nutrients nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, sulfur, iron, boron, manganese, zinc, molybdenum, and copper in hybrid corn BRS 1010. The experimental design was entirely randomized with thirteen treatments and three repetitions, consisting of a total of thirty nine experimental parcels. Each parcel was represented by a Leonard vase contained two plants. The ‘complete’ treatment was represented by plants that received, through of nutrition solution, everybody the essential nutrients to growth and development. The other treatments were formed by subtraction of every one of the essential nutrients, with the others supplied normally. The deficiency symptoms of each macro and micronutrients were recorded during all periods of the experiment. The diagnosis method by subtraction - showed to be very efficient to visually evaluate the symptoms of nutritional deficiency in corn.

Key words - Diagnosis by subtraction. Macronutrient. Nutritional deficiency. Visual diagnosis. *Zea mays* L.

¹Recebido em 13/09/2011 e aprovado em 29/12/2011

²Pesquisadora da Embrapa Algodão, Campina Grande - PB, magna@cnpa.embrapa.br

Introdução

As plantas superiores para crescerem e completarem o seu ciclo de vida necessitam de dezessete elementos: carbono (C), oxigênio (O), hidrogênio (H), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), cloro (Cl), manganês (Mn), boro (B), zinco (Zn), ferro (Fe), cobre (Cu), níquel (Ni) e molibdênio (Mo). Desses, os três primeiros são retirados do ar e da água, sendo chamados de elementos não minerais e constituindo mais de 95% da matéria seca das plantas. Os catorze restantes são retirados da solução do solo pelas raízes, sendo chamados de elementos minerais ou nutrientes minerais. Apesar de constituírem menos de 5% da matéria seca das plantas, são considerados essenciais ao seu desenvolvimento (FERNANDES, 2006; BARBOSA *et al.*, 2009).

Os nutrientes minerais são classificados em macro e micronutrientes, de acordo com a concentração encontrada em seus tecidos. Os encontrados em 'grandes' concentrações são designados de macronutrientes, sendo eles N, P, K, Ca, Mg e S. Já os encontrados em 'pequenas' concentrações são os micronutrientes, sendo eles Cl, Mn, B, Zn, Fe, Cu, Ni e Mo (MALAVOLTA, 2006; WARAICH *et al.*, 2011).

A Diagnose por Subtração constitui uma técnica eficiente para estudar as funções dos nutrientes minerais nas plantas. Consiste em conduzir um ensaio em solução nutritiva onde um dos tratamentos recebe todos os nutrientes que a planta necessita. Os demais tratamentos constituem uma subtração de cada elemento, com os demais sendo supridos normalmente (MIN YAN, 2008; AFROUSHEH *et al.*, 2010).

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea tropical originária do México, sendo o terceiro cereal mais cultivado no mundo. É cultivado em todos os estados

brasileiros e em quase todas as propriedades agrícolas, tanto na agricultura familiar quanto na de exportação, envolvendo um contingente significativo de mão-de-obra rural no processo produtivo.

O BRS 1010 é um híbrido simples de milho que apresenta ampla adaptação e alto potencial produtivo. Esse híbrido tem se mostrado altamente eficiente na utilização de fósforo, reduzindo os riscos causados pelos veranicos e contribuindo para maior estabilidade na produção (PARENTONI *et al.*, 2004).

Os nutrientes mais exigidos pelo milho são o nitrogênio e o potássio, vindo em seguida o fósforo, o cálcio e o magnésio (CARETTA, 2003; SOUSA *et al.*, 2010). Com calagem e adubação aplicadas corretamente, é possível elevar a produtividade da cultura (LEITE *et al.*, 2006; SIMIC *et al.*, 2010). A diagnose visual dos sintomas de deficiência de nutrientes constitui-se um método adequado para o manejo dessas práticas, bem como acessíveis ao nível dos pequenos produtores de milho.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a sintomatologia de deficiência nutricional para macro e micronutrientes, por meio da diagnose visual, na cultura do milho.

Material e método

A pesquisa foi conduzida em casa-de-vegetação pertencente ao Departamento de Solos e Irrigação do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Roraima, entre 07 de abril e 11 de maio de 2010. Foi utilizado o Milho Híbrido BRS 1010.

O experimento foi conduzido em vasos de Leonard (VINCENT, 1970) (Figura 1A, B e C). Na parte superior do vaso colocou-se um substrato confeccionado com areia

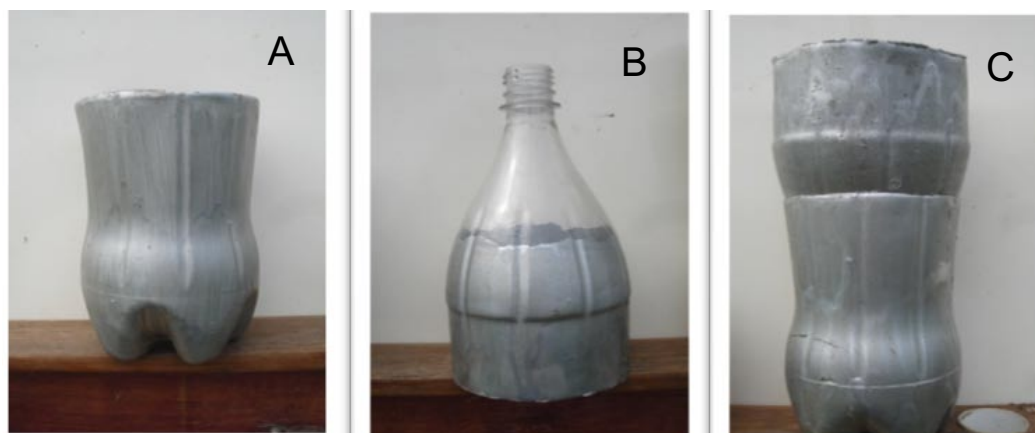


Figura 1 – Vaso de Leonard

lavada mais vermiculita na proporção de 1:1, tendo uma Capacidade de Campo de 30%. O substrato foi molhado com água destilada ou deionizada, em caso de estudos com macro ou micronutrientes, respectivamente, até a atingir a Capacidade de Campo, antes da semeadura.

Na semeadura, foram utilizadas quatro sementes por vaso, as quais germinaram aproximadamente cinco dias depois. Quando a plântula atingiu o estágio de folhas cotiledonares mais duas folhas definitivas, aproximadamente seis dias após a emergência (DAE), foi feito o desbaste, deixando-se apenas duas plantas por vaso, escolhendo-se as que apresentavam o melhor aspecto visual.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso com treze tratamentos e três repetições, perfazendo um total de trinta e nove parcelas experimentais. Cada parcela foi representada por um vaso de Leonard contendo duas plantas.

Os tratamentos foram os seguintes: 1) Plantas de milho que receberam todos os nutrientes essenciais através de solução nutritiva; 2) Idem, menos K; 3) Idem, menos P; 4) Idem, Ca; 5) Idem, menos N; 6) Idem, menos Mg; 7) Idem, menos S; 8) Idem, menos Fe; 9) Idem, menos B; 10) Idem, menos Mn; 11) Idem, menos Zn; 12) Idem, menos Mo; e 13) Idem, menos Cu.

Para a preparação das soluções nutritivas, foram preparadas as soluções-estoque (Tabela 1). Para os tratamentos 1 a 9, as soluções-estoque foram preparadas com água destilada e, para os tratamentos 10 a 13, água deionizada.

As soluções nutritivas foram aplicadas no substrato imediatamente após o desbaste. Sabendo-se do volume do substrato (± 450 mL) e da Capacidade de Campo do mesmo, foram tomadas alíquotas da solução-estoque a partir das quantidades volumétricas sugeridas na Tabela 2.

A água destilada ou deionizada, quando se tratava de tratamento com omissão de macro ou micronutriente respectivamente, foi fornecida às plantas no decorrer do experimento, sendo colocada na parte inferior dos vasos de Leonard (Figura 1B).

Aos 15 e 30 dias após a aplicação da solução nutritiva, a mesma foi reaplicada, dessa vez com uma concentração dobrada, retirando-se alíquotas das soluções-estoque num volume também dobrado.

Para o controle da lagarta do cartucho do milho (*Spodoptera frugiperda*), foi aplicado o inseticida sistêmico Confidor na concentração de $2,5 \text{ g L}^{-1}$. Foram realizadas duas aplicações, aos 15 e 30 DAE.

Os sintomas de deficiência de cada macro e micronutriente foram descritos tão logo apareciam e durante todo o período de condução do experimento.

Tabela 1 – Soluções-estoque utilizadas na preparação das soluções nutritivas (HOAGLAND; ARNON, 1950)

Solução-estoque	Composto (P.A.)	Concentração
A	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1,0 molar (236 g L ⁻¹)
B	KNO_3	1,0 molar (101 g L ⁻¹)
C	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	1,0 molar (246,5 g L ⁻¹)
D	KH_2PO_4	1,0 molar (136 g L ⁻¹)
E	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0,01 molar (2,52 g L ⁻¹)
F	K_2SO_4	0,05 molar (8,61 g L ⁻¹)
G	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,01 molar (1,72 g L ⁻¹)
H	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	1,0 molar (256,43 g L ⁻¹)
I	Microelementos(*)	
J	Fe-EDTA	0,5%
K	Microelementos sem boro	*
L	Microelementos sem manganês	*
M	Microelementos sem zinco	*
N	Microelementos sem molibdênio	*
O	Microelementos sem cobre	*

(*) A solução de microelementos teve a seguinte composição: $\text{B}_2\text{O}_3 = 2,86 \text{ g}$; $\text{MnCl}_2 = 1,81 \text{ g}$; $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} = 0,22 \text{ g}$; $\text{H}_2\text{MoO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} = 0,09 \text{ g}$; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = 0,08 \text{ g}$; e Água destilada = 1 L. Para demonstrar a deficiência de um determinado micronutriente, o elemento em questão foi omitido omitido.

Tabela 2 - Quantidades volumétricas (em mL) de soluções-estoque a serem tomadas para preparar um litro da solução nutritiva com H₂O destilada

Soluções nutritivas	Soluções-estoque														
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Completa	5,0	5,0	2,0	1,0					1,0	1,0					
Sem K	5,0		2,0		10,0				1,0	1,0					
Sem P	4,0	6,0	2,0						1,0	1,0					
Sem Ca		5,0	2,0	1,0					1,0	1,0					
Sem N			2,0		10,0	5,0	200,0		1,0	1,0					
Sem Mg	4,0	6,0		1,0	3,0				1,0	1,0					
Sem S	4,0	6,0		1,0				2,0	1,0	1,0					
Sem Fe	5,0	5,0	2,0	1,0					1,0						
Sem B	5,0	5,0	2,0	1,0						1,0	1,0				
Sem Mn	5,0	5,0	2,0	1,0						1,0		1,0			
Sem Zn	5,0	5,0	2,0	1,0						1,0			1,0		
Sem Mo	5,0	5,0	2,0	1,0						1,0				1,0	
Sem Cu	5,0	5,0	2,0	1,0						1,0					1,0

Resultados e discussão

Deficiência de potássio:

As plantas de milho com sintomas de deficiência de potássio (K) apresentaram uma redução acentuada no porte (Figura 2A). As folhas mais velhas apresentaram uma necrose que se iniciava nas pontas e margens (Figura 2B e C) e evoluía em direção à nervura central. Não houve ocorrência de clorose nítida.

Os sintomas são primeiramente observados nas folhas mais velhas porque o K é um elemento bastante móvel no floema. Então, sob deficiência, move-se facilmente para as folhas que estão em crescimento e, portanto, necessitam de uma maior demanda (FERNANDES, 2006; YOST *et al.*, 2011).

Deficiência de fósforo:

As plantas de milho com sintomas de deficiência de fósforo (P) apresentaram uma diminuição no porte (Figura 3A), mas não tão acentuada como no caso da omissão de K (Figura 2A). Inicialmente as folhas mais velhas adquiriram uma coloração arroxeada (Figura 3B), que progrediu para as folhas mais novas. Posteriormente, essa coloração arroxeada evoluiu para necrose (Figura 3C), começando nas pontas das folhas e seguindo em direção à base. A planta ficou muito susceptível ao ataque da lagarta do cartucho. Não houve ocorrência de clorose.

A coloração arroxeada predominante nas folhas mais velhas do milho (Figura 3B) se deve ao acúmulo nos vacúolos do pigmento antocianina, que confere esta coloração ao limbo foliar. Esse acúmulo é muito comum em plantas submetidas à deficiência de P (EPSTEIN; BLOOM, 2006; GAUTAM *et al.*, 2011). Por ser um nutriente facilmente redistribuído dentro da planta, os seus sintomas apareceram primeiramente nas folhas mais velhas (Figura 3B e C).

Deficiência de cálcio:

As plantas de milho com deficiência de cálcio (Ca) apresentaram uma diminuição acentuada no porte (Figura 4A). Os limbos foliares apresentaram um enverdecimento acentuado em relação ao tratamento C. De início, as folhas mais novas adquiriram uma consistência gelatinosa. Posteriormente secaram e necrosaram (Figura 4B). As folhas mais velhas apresentaram-se encarquilhadas com uma necrose que se iniciava nas margens. Posteriormente, surgiram listas paralelas necrosadas no limbo foliar (Figura 4C). Os sintomas são mais visíveis nas folhas mais novas porque o Ca é um elemento praticamente imóvel no floema (MARSCHNER, 1995).

A maior intensidade visual do verde nas folhas das plantas de milho submetidas à deficiência de Ca deve-se ao fato do crescimento ser mais afetado do que a síntese de clorofila, resultando em uma maior concentração desta nos tecidos (AZABADI *et al.*, 2011).



Figura 2 - Diagnose por subtração de potássio na cultura do Milho Híbrido BRS 1010. A - Aos 17 DAE. Tratamento completo à esquerda e com subtração de potássio à direita. Redução acentuada do porte da planta. B - Aos 28 DAE. Folhas apresentando necrose que iniciava nas pontas e margens e progredia em direção ao centro. C - Aos 28 DAE. Sintomas aparecendo primeiramente nas folhas mais velhas. (Fotos: MAGNA MARIA MACEDO FERREIRA).



Figura 3 - Diagnose por subtração de fósforo na cultura do Milho Híbrido BRS 1010. A – Aos 17 DAE. Tratamento completo à esquerda e com subtração de fósforo à direita. Redução do porte da planta. B – Aos 20 DAE. Folhas mais velhas apresentando coloração arroxeada. C – Aos 28 DAE. Evolução da coloração arroxeada para necrose. (Fotos: MAGNA MARIA MACEDO FERREIRA).



Figura 4 - Diagnose por subtração de cálcio na cultura do Milho Híbrido BRS 1010. A – Aos 17 DAE. Tratamento completo à esquerda e com subtração de cálcio à direita. Redução acentuada do porte da planta. B – Aos 17 DAE. Má formação das folhas mais novas. C – Aos 23 DAE. Folhas mais velhas necrosando-se. (Fotos: MAGNA MARIA MACEDO FERREIRA).

Deficiência de nitrogênio:

As plantas de milho com sintomas de deficiência de nitrogênio (N) apresentaram uma diminuição acentuada do porte (Figura 5A) e uma clorose generalizada (Figura 5B). As folhas mais velhas adquiriram um tom rosado (Figura 5C), seguido de necrose.

Deficiência de magnésio:

As plantas de milho com deficiência de magnésio (Mg) apresentaram uma diminuição no porte (Figura 6A). As folhas mais velhas apresentaram um clorose do tipo interneval (Figura 6B e C). Essa clorose evoluiu para tons roxos e, posteriormente, para necrose.

Deficiência de enxofre:

As plantas de milho com sintomas de deficiência de enxofre (S) apresentaram diminuição do porte (Figura 7A) e uma clorose do tipo verde limão generalizada (Figura 7B). Algumas folhas mostraram um ‘enbranquecimento’ que se mostrava mais acentuado nas pontas (um tipo de ‘desbotamento’ do verde, Figura 7C). Outras apresentavam uma espécie de ‘encarquilhamento’ dos tecidos. Em outras ainda, a clorose evoluía para necrose, em pontos diversos da lâmina foliar.

Os sintomas de deficiência são visíveis nas folhas mais novas (Figura 7B) por ser o S pouco móvel no floema (MARENCO; LOPES, 2009).

Deficiência de ferro:

As plantas de milho com sintomas de deficiência de ferro (Fe) inicialmente reduziram o porte (Figura 8A) e apresentaram uma clorose interneval das folhas mais novas (Figura 8B). Posteriormente, essa clorose interneval evoluiu para um arroxamento interneval tomando conta de toda a lâmina foliar (Figura 8C). As folhas mais velhas adquiriram uma tonalidade mais verde em relação ao tratamento C (Figura 8C). Tanto nas margens da lâmina foliar quanto em pontos dispersos, houve necrose dos tecidos (Figura 8C), que posteriormente tomou conta de toda a folha

Como é um elemento relativamente imóvel no floema, os seus sintomas de deficiência são inicialmente sentidos nas folhas novas (Figura 8A, B e C).

Deficiência de boro:

As plantas de milho com sintomas de deficiência de boro (B) apresentaram uma diminuição acentuada do porte (Figura 9A) e uma coloração verde muito intensa. Os sintomas foram mais evidentes nas folhas mais novas por ser um elemento pouco móvel no floema. Inicialmente, a base da lâmina foliar apresentou uma diminuição na espessura dos tecidos, o que, visualmente, dava uma espécie de clareamento, ficando, apenas na parte clara,

uma fina película. Esse sintoma seguiu uma tendência interneval e evoluiu da base para o ápice. Posteriormente, essas folhas mais novas enrolavam-se formando uma espécie de ‘charuto’ (coração, Figura 9B). As plantas tenderam ao perfilhamento (Figura 9C).

Pela sua importância na estabilidade da parede celular, no crescimento dos meristemas apicais e na permeabilidade das membranas celulares, já era de se esperar os resultados obtidos: o forte comprometimento do crescimento da planta (Figura 9A e B) e a quebra da dominância apical (LIMA *et al.*, 2007; PRADO *et al.*, 2008) (Figura 9C). O enverdecimento mais acentuado observado nas folhas sob deficiência de B (Figura 9A, B e C) deve-se ao fato desse elemento ter mais influência sobre o crescimento do que sobre a síntese de clorofila, causando concentração da mesma nos tecidos.

Deficiência de manganês:

As plantas de milho com sintomas de deficiência de manganês (Mn) apresentaram uma leve diminuição no porte da planta (Figura 10A) e clorose interneval das folhas mais jovens, começando da base e evoluindo para o ápice (Figura 10B e C).

Por praticamente não ser encontrado no floema, tendo, portanto, uma redistribuição limitada, os seus sintomas são mais evidentes nas folhas novas (PRADO, 2008) (Figura 10B).

Deficiência de zinco:

As plantas de milho com sintomas de deficiência de zinco (Zn) apresentaram uma leve diminuição no porte (Figura 11A). À princípio, as folhas mais novas apresentaram um ‘arroxamento’ interneval que surgia no ápice e evoluía em direção à base (Figura 11B). Posteriormente, adquiriram uma espécie de ‘desbotamento’ interneval, surgindo da base em direção ao ápice (Figura 11C). Esse ‘desbotamento’ era devido ao tecido tornar-se delgado, como uma fina película (Figura 11C). As primeiras folhas definitivas formavam um ângulo maior em relação ao caule.

Em razão de praticamente não ser encontrado no floema, sua redistribuição na planta é muito limitada, sendo considerado, assim, pouco móvel. Dessa, forma, os sintomas da sua deficiência são observados nas folhas novas (PRADO, 2008) (Figura 11C).

Deficiência de molibdênio:

As plantas de milho com sintomas de deficiência de molibdênio (Mo) apresentaram uma diminuição no porte (Figura 12A). Ocorreu um ‘desbotamento’ interneval nas folhas mais novas, surgindo na base e progredindo em direção ao ápice. No local do ‘desbotamento’, o tecido tornava-se uma fina película (Figura 12C). Em



Figura 5 - Diagnose por subtração de nitrogênio na cultura do Milho Híbrido BRS 1010. A - Aos 17 DAE. Tratamento completo à esquerda e com subtração de nitrogênio à direita. Redução acentuada do porte da planta. B - Aos 33 DAE. Clorose generalizada. C - Aos 36 DAE. Folhas mais velhas adquirindo coloração rosada. (Fotos: M. M. M. FERREIRA).

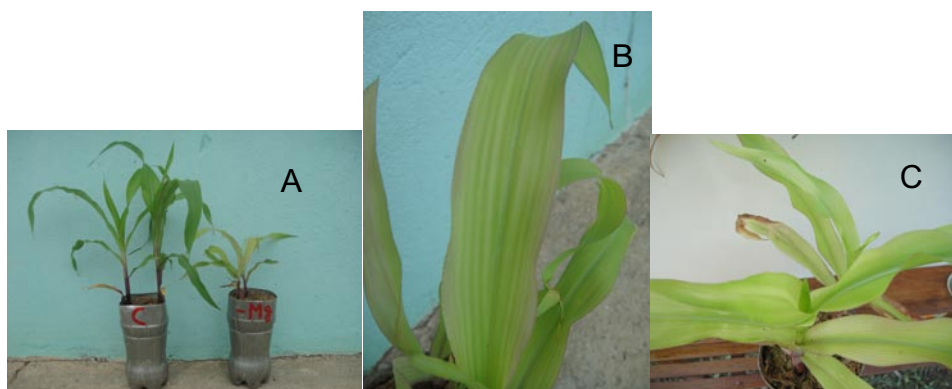


Figura 6 - Diagnose por subtração de magnésio na cultura do Milho Híbrido BRS 1010. A - Aos 17 DAE. Tratamento completo à esquerda e com subtração de magnésio à direita. Redução do porte da planta. B e C - Aos 17 e 37 DAE, respectivamente. Folhas apresentando clorose interveinal. (Fotos: M. M. M. FERREIRA).



Figura 7 - Diagnose por subtração de enxofre na cultura do Milho Híbrido BRS 1010. A - Aos 17 DAE. Tratamento completo à esquerda e com subtração de enxofre à direita. Redução do porte da planta. B e C - Aos 17 e 37 DAE, respectivamente. Folhas apresentando 'enbranquiçamento'. (Fotos: M. M. M. FERREIRA).

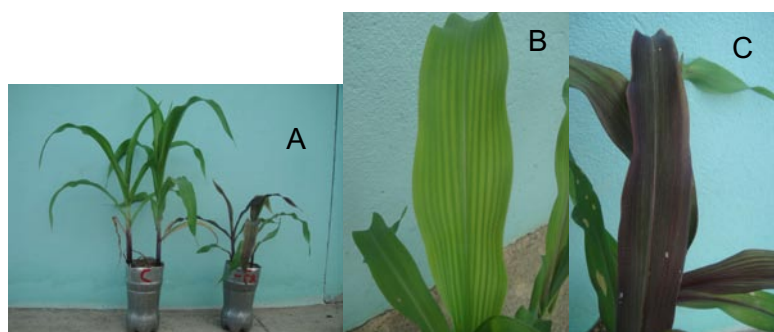


Figura 8 - Diagnose por subtração de ferro na cultura do Milho Híbrido BRS 1010. A - Aos 17 DAE. Tratamento completo à esquerda e com subtração de ferro à direita. Redução acentuada do porte da planta. B - Aos 17 DAE. Folhas apresentando clorose interveinal. C - Aos 27 DAE. 'Arroxamento'. (Fotos: M. M. M. FERREIRA).

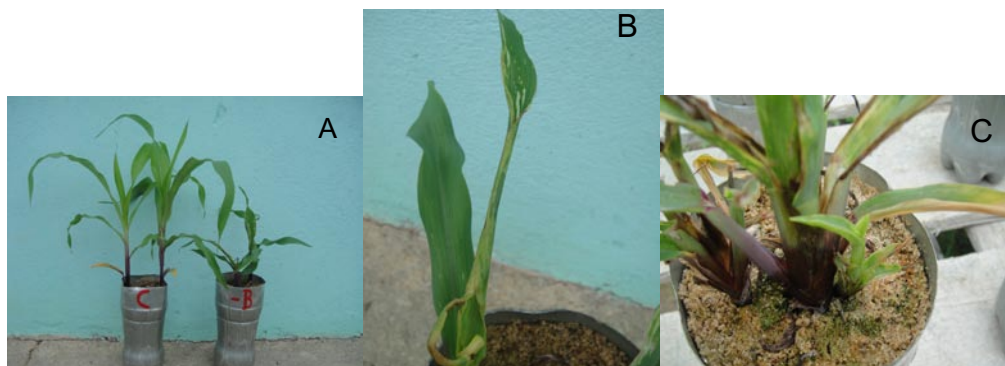


Figura 9 - Diagnose por subtração de boro na cultura do Milho Híbrido BRS 1010. A - Aos 17 DAE. Tratamento completo à esquerda e com subtração de boro à direita. Redução do porte da planta. B- Aos 17 DAE. 'Enrolamento' das folhas mais novas. C - Aos 33 DAE. Perfilamento. (Fotos: M. M. M. FERREIRA).



Figura 10 - Diagnose por subtração de manganês na cultura do Milho Híbrido BRS 1010. A - Aos 17 DAE. Tratamento completo à esquerda e com subtração de manganês à direita. Leve redução do porte da planta. B e C - Aos 33 e 34 DAE, respectivamente. Clorose interveinal. (Fotos: M. M. M. FERREIRA).

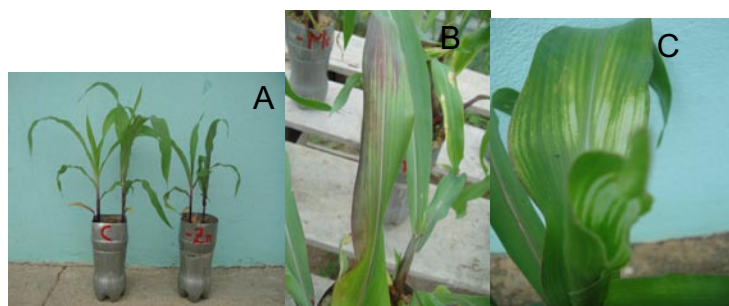


Figura 11 - Diagnose por subtração de zinco na cultura do Milho Híbrido BRS 1010. A - Aos 17 DAE. Tratamento completo à esquerda e com subtração de zinco à direita. Leve redução do porte da planta. B - Aos 33 DAE. 'Arroxamento' interveinal das folhas. C - Aos 36 DAE. 'Desbotamento' interveinal das folhas. (Fotos: M. M. M. FERREIRA).



Figura 12 - Diagnose por subtração de molibdênio na cultura do Milho Híbrido BRS 1010. A - Aos 17 DAE. Tratamento completo à esquerda e com subtração de molibdênio à direita. Redução do porte da planta. B - Aos 27 DAE. 'Enrolamento' da metade superior das folhas mais novas. C - Aos 37 DAE. 'Desbotamento' interveinal das folhas mais novas. (Fotos: M. M. M. FERREIRA).

algumas plantas, as folhas mais novas começavam um ‘encarquilhamento’ que surgia no ápice e fazia as folhas se enrolarem nas pontas, não enrolando a base (Figura 12B).

Por ser pouco móvel no floema (PRADO, 2008), os sintomas da sua deficiência são visíveis nas folhas novas (Figura 12B e C).

Deficiência de cobre:

As plantas de milho com sintomas de deficiência de cobre (Cu) apresentaram uma diminuição no porte. Inicialmente, as folhas mais novas apresentaram uma clorose interneval (Figura 13A) que evoluiu para um amarelecimento no fundo, ficando uma listagem verde (as nervuras) formando um “V” no terço médio da lâmina. Algumas outras folhas novas, no terço médio, apresentavam uma clorose interneval do tipo que ficava, no fundo, uma fina película de lâmina foliar, permanecendo as nervuras verdes (Figura 13B). Já em outras, se viam ‘encarquilhamentos’ que começavam nas margens da lâmina e progrediam em direção à nervura central (Figura 13C). Em outras, as películas finas se rompiam, e a lâmina ficava como que “roída”. E, finalmente, em outras, no terço médio, surgiam listas roxas nas margens.

Por ser considerado pouco móvel no floema, os sintomas de sua deficiência ocorrem nas folhas mais novas (PRADO, 2008).

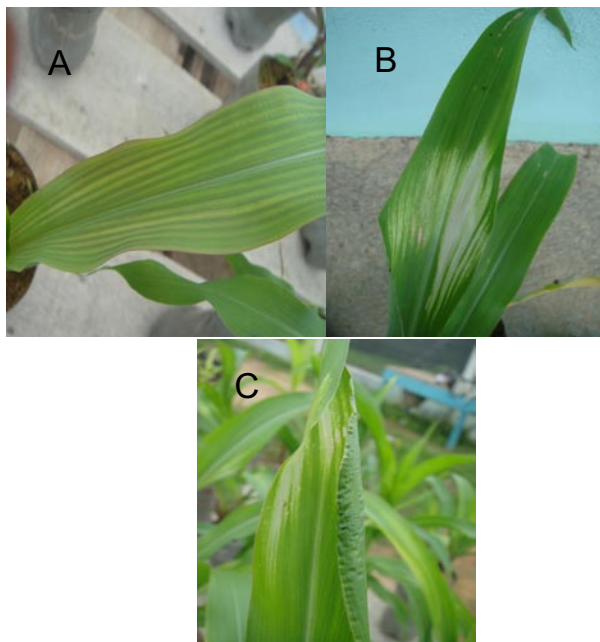


Figura 13 - Diagnose por subtração de cobre na cultura do Milho Híbrido BRS 1010. A - Aos 16 DAE. Clorose interneval das folhas mais novas. B - Aos 34 DAE. ‘Película’ de tecido no terço médio da lâmina foliar das folhas mais novas. C - Aos 33 DAE. Sintomas de ‘encarquilhamento’. (Fotos: M. M. M. FERREIRA).

Conclusões

O método da diagnose por subtração de macro e micronutrientes em hidroponia mostrou-se eficiente para avaliar visualmente os sintomas de deficiência no milho híbrido BRS 1010 e inferir os resultados dessas avaliações ao nível de campo.

Os sintomas de deficiência dos macro e micronutrientes mostraram relações diretas com os papéis que cada nutriente desempenha na bioquímica e no metabolismo vegetal.

A deficiência de algum macro ou micronutriente afeta diretamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas, comprovado pela diminuição no porte das mesmas.

Literatura científica citada

AFROUSHEH, M. *et al.* Nutrient deficiency disorders in *Pistacia vera* seedling rootstock in relation to eco-physiological, biochemical characteristics and uptake pattern of nutrients. *Scientia Horticulturae*, v. 124, n. 2, p. 141-148, 2010.

AZABADI, M. A. *et al.* Effect of calcium and gypsum on yield, yield elements, iron, copper and zinc uptake by corn at two soil textures. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, v. 16, n. 57, p. 171-181, 2011.

BARBOSA, J. G. *et al.* Mineral nutrition and fertilization of ornamental plants. *Informe Agropecuário*, v. 30, n. 249, p. 16-21, 2009.

CARETTA, C.A. *et al.* Produtividade de grãos de milho com doses de nitrogênio e potássio sob irrigação, 2003. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/ppgs/congressos/LINKS%20DO%20CBS%202003/CBCS2003%20EM%20PDF/05.pdf>. Acessado em: 17/05/2011.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição Mineral de Plantas: Princípios e Perspectivas**. 2. ed. Trad. NUNES, M.E.T. Londrina: Editora Planta, 2006. 403 p.

FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2006. 432 p. (Sociedade Brasileira de Ciência do Solo).

GAUTAM, P. *et al.* Phosphorus concentration, uptake and dry matter yield of corn hybrids. *World Journal of Agricultural Sciences*, v. 7, n. 4, p. 418-424, 2011.

HOAGLAND, D.; ARNON, D.I. **The water culture method for growing plants without soil**. California Agriculture Experimental Station Circular, 1950. 347 p.

LEITE, G. H. M. *et al.* Atributos químicos e perfil de enraizamento de milho influenciados pela calagem em semeadura direta. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 30, p. 685-693, 2006.

- LIMA, J. P. C. de S. *et al.* Níveis críticos e tóxicos de boro em solos de Pernambuco em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 73-79, 2007.
- MALAVOLTA, E. **Manual de Nutrição Mineral de Plantas**. 1 ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638 p.
- MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia Vegetal: Fotossíntese, Respiração, Relações Hídricas e Nutrição Mineral**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2009. 486 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 2. ed. New York: Academic Press, 1995. 889 p.
- MIN YAN, W. *et al.* Study of common symptoms of element deficiency and concentration changes of nutrients in composite plants. **Plant Nutrition and Fertilizer Science**, v. 14, n. 5, p. 1001-1007, 2008.
- PARENTONI, S. N. *et al.* Híbrido simples de Milho BRS 1010. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2004. 6 p. (Embrapa Milho e Sorgo. **Comunicado Técnico**, 107).
- PRADO, R. de M. **Nutrição de Plantas**. 1 ed. São Paulo: Editora UNESP, 2008. 407 p.
- PRADO, R. M. *et al.* **Nutrição de Plantas: Diagnose Foliar em Grandes Culturas**. 1. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2008. 500 p.
- SIMIC, B. *et al.* Influence of fertilization on sweet corn characteristics. **Sjemenarstvo**, v. 27, n. 3-4, p. 133-137, 2010).
- SOUSA, G. G. *et al.* Nutrição mineral e extração de nutrientes de planta de milho irrigada com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 11, p. 1143-1151, 2010.
- VINCENT, J. M. **Manual for the Practical Study of Root Nodule Bacteria**. 1 ed. Oxford: Blackwell, 1970. 164 p.
- WARAICH, E. A. *et al.* Role of mineral nutrition in alleviation of drought stress in plants. **Australian Journal of Crop Science**, v. 5, n. 6, p. 764-777, 2011.
- YOST, M. A. *et al.* Potassium management during the rotation from alfafa to corn. **Agronomy Journal**, v. 103, n. 6, p. 1785-1793.