

La Nutrición Mineral de las Plantas como Base de una Agricultura Sostenible



Libro de Comunicaciones

NUTRICIÓN MINERAL DE LAS PLANTAS COMO BASE DE UNA AGRICULTURA SOSTENIBLE



XIV Simposio Hispano-Luso de Nutrición Mineral de las Plantas

Cantoblanco, Madrid
23 a 26 de julio de 2012



Madrid, 2012





DEFICIÊNCIAS MINERAIS EM *Scorzonera hispanica*. SINTOMAS E EFEITOS NO CRESCIMENTO

AS Dias^{1*}, IP Pereira^{1,2}, LS Dias¹

¹Departamento de Biologia, Universidade de Évora, Portugal, ²Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas, Universidade de Évora, Portugal

*Contacto: alxandra@uevora.pt

RESUMO

A escorçãoeira (*Scorzonera hispanica* L.), de ocorrência espontânea na Península Ibérica, é cultivada pela sua raiz tuberosa. Com o objetivo de tipificar sintomas de deficiências minerais em escorçãoeira cultivaram-se plântulas em diferentes soluções nutritivas durante 15 dias, estudando-se o crescimento e produção de biomassa aérea e radicular. Uma solução nutritiva completa serviu de referência, consistindo os tratamentos em soluções a que não foi adicionado um nutriente essencial (azoto, potássio, cálcio, magnésio, fósforo e ferro). Apenas na ausência de ferro foi possível observar sintomas generalizados e claramente identificáveis de deficiência mineral. A taxa de crescimento das folhas foi significativamente reduzida na ausência de azoto, magnésio e ferro, enquanto a das raízes nos tratamentos sem potássio e sem ferro. Encontraram-se reduções significativas da biomassa radicular na ausência de ferro e da biomassa aérea e total na ausência de magnésio e de ferro. Na carência de azoto, magnésio e fósforo registaram-se alterações significativas na partição de biomassa. Os resultados sugerem que, mesmo em plantas muito jovens, as reservas nutritivas acumuladas na raiz são suficientes para garantir o crescimento durante um período considerável exceptuando se os nutrientes em falta forem o magnésio ou o ferro.

INTRODUÇÃO

A escorçãoeira (*Scorzonera hispanica* L.) é uma Asterícea de ocorrência espontânea na Península Ibérica cultivada pela sua raiz tuberosa, comestível, utilizável crua ou confeccionada, bem como pelas folhas e flores de sabor agradável, apropriadas para saladas. É considerada uma espécie rara e muito susceptível à fragmentação do seu habitat (Münzbergová, 2006; Münzbergová e Křivá, 2010). Em Portugal a sua distribuição parece ter-se reduzido drasticamente nos últimos cem anos. A escorçãoeira seria relativamente frequente no interior de Portugal entre Trás-os-Montes e o Alentejo no início do século XX (Sampaio, 1988). Num recenseamento recente a escorçãoeira só foi observada em muito poucos locais do Baixo Alentejo, relativamente perto uns dos outros (SPB, 2012). Em Portugal, a raiz cristalizada foi em tempos um doce muito apreciado na região de Évora (Alentejo), sendo as plantas colhidas no campo. A rarefacção das populações naturais terá levado ao desaparecimento desta prática e ao interesse pelo cultivo da planta. Neste trabalho recorreu-se ao cultivar comercial 'Gigante Negra da Rússia' como modelo para a compreensão da resposta da escorçãoeira a situações de carência mineral. Procurou-se em primeiro lugar compreender qual a susceptibilidade de plantas jovens a situações de depauperamento mineral do substrato e tipificar os sintomas de deficiências minerais em escorçãoeira. Adicionalmente pretendeu averiguar-se se situações de depauperamento em minerais do substrato poderiam conduzir a alterações na partição de biomassa.

MATERIAIS E MÉTODOS

Plantas de escorçãoeira com cerca de mês e meio foram transferidas para soluções nutritivas de diferente composição. As raízes foram cuidadosamente separadas do substrato de crescimento, uma mistura 3:1 (v:v) de areia branca de rio e terra (substrato vegetal comercial Siro® Plant) lavadas em água corrente e depois em água destilada. As soluções arcejadas foram renovadas após sete dias e as culturas conduzidas numa sala com iluminação natural (cerca de 12 h diárias) suplementada durante 8 h por dois holofotes com lâmpadas de halogénio de 500 W e um holofote de 12 LED de 1 W (PAR ≈ 300 μmol m⁻² s⁻¹). O comprimento da folha mais comprida e o comprimento máximo da raiz de cada planta foram medidos até ao milímetro mais próximo antes da transferência para uma solução nutritiva e após quinze dias de crescimento, no final da experiência. Nesta fase as plantas de um modo geral apresentavam duas folhas e conservavam ainda os seus longos e estreitos cotilédones foliáceos.

Observou-se o crescimento de seis plântulas em cada solução com vista à detecção de sintomas identificáveis de deficiência mineral em soluções nutritivas: completa (C), sem azoto (-N), sem potássio (-K), sem cálcio (-Ca), sem magnésio (-Mg), sem fósforo (-P) e sem ferro (-Fe). Após quinze dias as plantas foram medidas e colocadas numa estufa de ventilação forçada durante 72 h a 60 °C após o que se determinou a biomassa aérea e radicular por pesagem até ao milígrama mais próximo.

Tabela 1. Composição das soluções nutritivas de cultura expressa em mg/L. O teor em boro (1007.1 μg/L), manganês (299.4 μg/L), molibdénio (106.6 μg/L), zinco (230.2 μg/L) e cobre (59.6 μg/L) é igual para todas as soluções.

	N (NH ₄)	N (NO ₃)	P	Ca	Cl	Mg	K	Fe
C	23.6	195.9	28.3	212.7	94.2	48.8	234.0	8.0
-N	0.0	0.0	30.7	215.9	390.7	48.8	234.0	8.0
-K	63.6	154.1	28.3	212.7	94.2	48.8	0.0	8.0
-Ca	81.6	139.8	28.3	0.0	1.6	48.8	234.0	8.0
-Mg	42.0	170.9	30.7	212.7	94.2	0.0	241.8	8.0
-P	7.0	202.9	0.0	212.7	94.2	48.8	234.0	8.0
-Fe	23.6	195.9	28.3	212.7	94.2	48.8	234.0	0.0

As soluções nutritivas de cultura, variantes da solução de Hoagland foram preparadas a partir de soluções concentradas de fosfato ácido de amónio 0.20 M, nitrato de amónio 0.50 M, nitrato de cálcio tetra-hidratado 0.80 M, cloreto de cálcio anidro 0.26 M, cloreto de magnésio hexa-hidratado 0.20 M, nitrato de magnésio hexa-hidratado 0.20 M, sulfato de magnésio hepta-hidratado 0.40M, di-hidrogeno fosfato de potássio 0.20 M, nitrato de potássio 1.20 M, sulfato de potássio 0.50 M, ácido bórico 0.0466 M, cloreto de cobre di-hidratado 0.0005 M, cloreto de magnésio tetra-hidratado 0.0091 M, cloreto de zinco 0.044 M, óxido de molibdénio 0.0006 M, sulfato ferroso hepta-hidratado 0.0712 M fornecido sobre a forma de quelato ferro-EDTA, apresentando-se na tabela 1 a composição das diferentes soluções utilizadas.

As taxas de crescimento relativas da folha e da raiz foram calculadas como a diferença entre o valor final e o inicial ponderado pelo valor inicial e pelo número de dias de crescimento (Hunt, 1978) e a partição da biomassa como a razão entre o peso da parte aérea e o peso total. Os tratamentos foram

comparados com a solução completa de referência por testes unilaterais (bilaterais na partição de biomassa) exactos ou aproximados de *t* de Student após investigação da homocedasticidade usando a distribuição bilateral de *F*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sintomas visuais de deficiência mineral

Apesar da carência extrema das soluções de cultura não surgiram sintomas visuais generalizados, nítidos e identificáveis de deficiência mineral em nenhum dos tratamentos com excepção do tratamento sem ferro onde os sintomas observados envolveram o desenvolvimento de uma clorose uniforme, um dos sintomas considerados mais comuns da deficiência em ferro (Fontes, 2004). A clorose tornou-se bem patente a partir do 7.º dia, afectando sobretudo as folhas mais jovens. Após 15 dias era nítida a existência de um gradiente na clorose férrica com as folhas mais jovens muito claras, as folhas mais velhas com uma clorose menos acentuada e os longos cotilédones foliáceos inalterados o que é típico de um elemento de mobilidade limitada. Na Figura 1 podem observar-se os sintomas visíveis da deficiência em ferro.



Figura 1. A) Plântulas de escorçoceiras com cerca de 2 meses de idade, após terem sido cultivadas durante quinze dias em solução nutritiva completa e solução nutritiva sem ferro (-Fe, à direita (na imagem). B) Aspecto de plântula deficiente em ferro.

A clorose férrica é atribuída ao facto do ferro ser requerido para a formação de alguns dos complexos clorofila-proteína nos cloroplastos, podendo também desenvolver-se como clorose intervenal (Taiz e Zeiger, 2002). A aparência quase normal da maioria das plântulas das restantes soluções sugere que as reservas internas, nomeadamente as acumuladas na raiz, poderão ter minorado a carência dos elementos ausentes no meio de cultura conduzindo a um atraso na manifestação de sintomas de deficiência.

Crescimento e produção de biomassa

A taxa de crescimento relativa das folhas só foi significativamente reduzida nos tratamentos sem azoto ($P=0.043$), sem magnésio ($P=0.041$) e sem ferro ($P=0.007$), e das raízes nos tratamentos sem potássio ($P=0.010$) e sem ferro ($P=0.001$), conforme se pode observar na figura 2. No entanto estas alterações das taxas de crescimento só nalguns casos se traduzem em reduções na produção de biomassa.

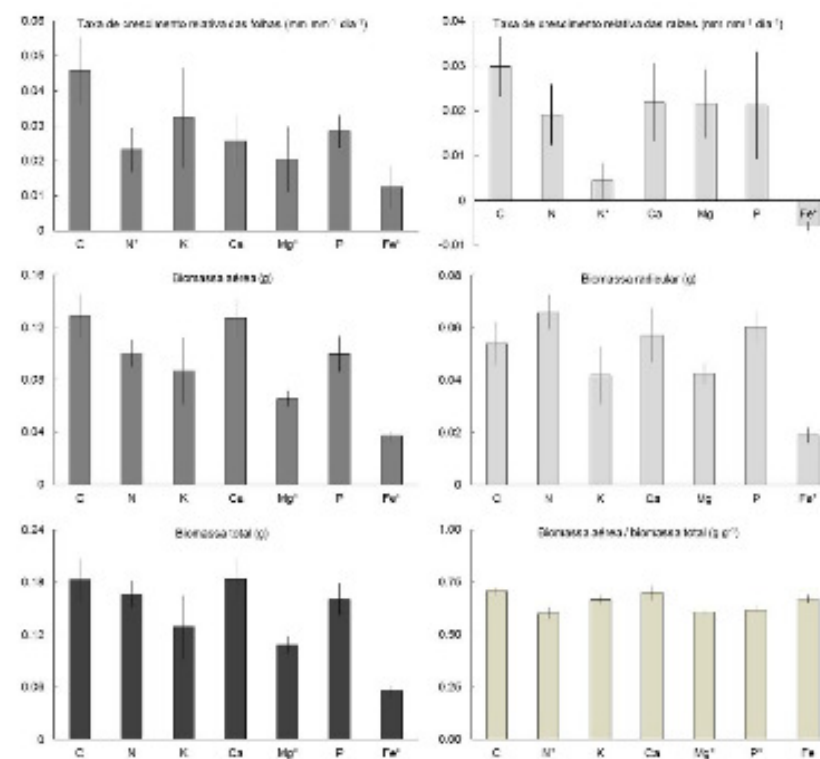


Figura 2. Variação da taxa de crescimento relativo do comprimento da maior folha e da maior raiz, da biomassa aérea, radicular e total e da partição de biomassa expressa pela razão biomassa aérea / biomassa total de escorçoceira durante quinze dias em soluções nutritivas de diferente composição (média-ferro padrão). C indica a solução completa de referência e N, K, Ca, Mg, P e Fe o elemento em falta em cada uma das soluções, tratamentos com * são significativamente menores que a solução completa C para $P=0.05$.

Ao nível da parte aérea, na ausência de magnésio e de ferro verifica-se a par com a redução da taxa de crescimento, uma redução significativa da biomassa aérea ($P=0.005$ e $P=0.001$ respectivamente) e total ($P=0.008$ e $P=0.001$ respectivamente) conforme mostra a figura 2. No caso do tratamento sem magnésio, a redução da biomassa total pode atribuir-se à redução da biomassa aérea já que o

crescimento e produção de biomassa radicular não foram significativamente afectados. No caso da ausência de ferro, a juntar-se à redução significativa da biomassa aérea observa-se igualmente uma redução significativa ($P=0.003$) da biomassa radicular como seria de esperar tendo em conta a redução do comprimento da maior raiz observada nesse tratamento.

Apenas em três dos tratamentos se observaram alterações na partição de biomassa avaliada pela razão biomassa aérea / biomassa total. Na carência de azoto, de magnésio e de fósforo observaram-se diferenças significativas ($P=0.009$, $P=0.0003$ e $P=0.015$ respectivamente) da razão biomassa aérea / biomassa total relativamente à solução completa (Figura 2). Estes resultados mostram que o ambiente mineral do solo pode condicionar a partição de biomassa a qual poderá ser particularmente sensível aos teores de azoto, de magnésio e de fósforo. Mais estudos são necessários mas estes resultados apontam para que teores não muito elevados de azoto, fósforo e magnésio poderão beneficiar o crescimento da raiz em detrimento da parte aérea uma vantagem eventual no caso desta cultura.

CONCLUSÃO

Os resultados sugerem que, mesmo em plantas muito jovens, as reservas nutritivas acumuladas na raiz são suficientes para garantir o crescimento das plântulas durante um período considerável sem grandes perturbações. Dai que não se tenham manifestado sintomas claros de deficiência mineral após quinze dias (um período geralmente mais do que suficiente) de crescimento em soluções nutritivas em que um nutriente essencial se encontrava totalmente ausente. A taxa de crescimento das plantas ressentiu-se no entanto nalguns casos. A mobilização de reservas da raiz não permitiu a manutenção das taxas de crescimento na ausência de azoto, magnésio, potássio e ferro. As repercussões sensíveis ao nível da produção de biomassa no caso do magnésio e do ferro sugerem que estes elementos poderão não ser acumulados na raiz em quantidades significativas.

AGRADECIMENTOS

Ao laboratório de Fisiologia Vegetal do ICAAM pelas facilidades disponibilizadas e a Maria Getrudes Grealto (Dep. Biologia, Univ. Évora) pelo apoio na montagem da experiência.

BIBLIOGRAFIA

- Forbes PCR (2004) Diagnóstico do estado nutricional das plantas. UFV, Viçosa
- Hunt R (1978) Plant growth analysis. Edward Arnold, London
- Münzbergová Z (2006) Effect of population size on the prospect of species survival. *Folia Geobot.* 41:137-150
- Münzbergová Z, Plačková I (2010) Seed mass and population characteristics interact to determine performance of *Scorzonera hispanica* under common garden conditions. *Flora*, 205:552-559
- Sampaio G (1988) Flora Portuguesa. 3.ª ed. INIC, Lisboa
- SPB, Sociedade Portuguesa de Botânica (2012) Flora On (em linha, acesso em 2012.03.05). Disponível em <<http://www.flora-on.pt>>
- Taiz L, Zeiger E (2002) Plant Physiology 3rd ed. Sinauer Associates, Sunderland