

# Resposta da couve Tronchuda (*Brassica oleracea* var. *costata*) à aplicação de azoto e boro e de um fertilizante orgânico autorizado em Agricultura Biológica

## Tall cabbage (*Brassica oleracea* var. *costata*) response to the application of nitrogen, boron and an organic amendment permitted in organic farming

M. A. Rodrigues<sup>1</sup>, J. A. Pereira<sup>1</sup>, M. Arrobas<sup>1</sup>, P. B. Andrade<sup>2</sup> & A. Bento<sup>1</sup>

---

### RESUMO

Os portugueses são dos maiores apreciadores mundiais de brássicas. A couve Tronchuda é cultivada em Portugal em área superior a 1000 ha. O seu consumo é sobretudo apreciado na quadra natalícia. Neste trabalho reportam-se resultados da fertilização com azoto e boro, na forma de adubos convencionais, e da utilização de Dix10 (com  $\approx 10\%$  N total), um fertilizante orgânico autorizado em agricultura biológica. Plantas de raiz protegida foram transplantadas a 29 de Agosto de 2005 num compasso 0,8x0,5 m. O solo, de textura franca, continha 0,83 % matéria orgânica, 5,2 pH(H<sub>2</sub>O) e teores em P e K médios e altos, respectivamente. Foram estabelecidas seis modalidades: sem adubação (SAd); Dix10, em dose equivalente a 80 kg N/ha; modalidades com 80 (NB) e 160 (N<sup>+</sup>) kg N/ha, na forma de ureia; e modalidades sem B (B<sup>-</sup>) e com aplicação de 2,2 (NB) e 4,4 (B<sup>+</sup>) kg B/ha. Todas as modalidades de B foram fertilizadas com 80 kg N/ha e as de N com 2,2 kg B/ha,

coincidindo na modalidade NB as doses médias de N e B. As plantas SAd produziram 13,7 Mg biomassa/ha e exportaram 33,9 kg N/ha e 40,9 g B/ha, valores significativamente inferiores às modalidades fertilizadas. Dix10 produziu 18,0 Mg de biomassa/ha e exportou 45,1 kg N/ha e 51,3 g B/ha. A modalidade NB originou maior produção de biomassa (38,6 Mg/ha) e N exportado (107,9 kg/ha) que as modalidades SAd e Dix10. A modalidade N<sup>+</sup> não registou aumento de produção nem de N exportado comparativamente com NB. B<sup>+</sup> não influenciou a produção de biomassa mas aumentou a concentração de B nos tecidos e o B exportado. N<sup>+</sup> reduziu significativamente a concentração de B nos tecidos e o B exportado, sugerindo um efeito de antagonismo da aplicação de N sobre a absorção de B. As produções obtidas e a recuperação aparente de nutrientes mostraram que a redução de produção de biomassa nas modalidades SAd e Dix10 se deveu à reduzida disponibilidade de N no solo durante a estação de crescimento.

---

<sup>1</sup> CIMO – E. S. Agrária, 5301-855 Bragança, Email: [angelor@ipb.pt](mailto:angelor@ipb.pt); <sup>2</sup>Serviços Farmacognosia - Faculdade de Farmácia/Universidade do Porto

## ABSTRACT

The Portuguese are one of the greatest brassica consumers in the entire world. Tall cabbage is grown in Portugal over an area greater than 1000 ha. Tall cabbage consumption is very popular at Christmas time. In this work, results from nitrogen and boron application, as conventional fertilisers, and from the use of Dix10, an organic amendment ( $\approx 10\%$  total N) permitted in organic farming, are reported. Young cabbage plants were prepared in a greenhouse in micro-pots and transplanted with protected roots on August 29, 2005, spaced at 0.8x0.5 m between and within rows. The soil was loamy textured with 0.83 % organic matter, pH(H<sub>2</sub>O) 5.2, and with median P and high K content levels. Six treatments were established: SAd treatment, without any fertilization; Dix10, applied in a rate equivalent to 80 kg N/ha; NB and N<sup>+</sup>, with 80 and 160 kg N/ha as urea, respectively; and B<sup>-</sup> and B<sup>+</sup> treatments, without B and with 4.4 kg B/ha as borax. Boron treatments were fertilised with 80 kg N/ha and N treatments with 2.2 kg B/ha. Thus, NB is a median treatment with 80 kg N/ha and 2.2 kg B/ha. SAd plants yielded 13.7 Mg biomass/ha and took up 33.9 kg N/ha and 40.9 g B/ha, which are values significantly lower than that obtained on fertilised plots. In Dix10 treatment, cabbage yielded 18 Mg biomass/ha and took up 45.1 and 51.3 g B/ha. NB treatment produced higher biomass (38.6 Mg/ha) and N uptake (107.9 kg/ha) than SAd and Dix10 treatments. N<sup>+</sup> treatment did not increase the yield, neither N uptake if compared with NB. B<sup>+</sup> treatment has not any influence in biomass yield but increased tissue B content and B uptake. In N<sup>+</sup> treatment there was a significant decrease in tissue B concentration and B uptake, which suggests antagonism of N over the uptake of B. The biomass yields and the

apparent N and B recoveries showed that the lower biomass yielded in SAd and Dix10 treatments were due to a shortage of soil N availability in these treatments during the growing season.

## INTRODUÇÃO

Os portugueses são dos maiores consumidores europeus de brássicas. A couve Tronchuda (*Brassica oleracea* L., var *costata*) é cultivada em Portugal em área superior a 1000 ha. As principais regiões produtoras são Lisboa e Vale do Tejo e Entre Douro e Minho (INE, 2002). Em Trás-os-Montes o cultivo da couve Tronchuda ou Penca de Chaves está generalizado por toda a região. O consumo é particularmente apreciado na quadra natalícia. Apesar da sua importância económica, poucos estudos de fertilização tiveram em conta esta cultura em Portugal. As recomendações de fertilização são feitas mediante informação disponível sobre alguns tipos mais comuns de couves. Contudo, as diferentes variedades, que comportam desenvolvimentos vegetativos muito diferenciados, introduzem algumas dificuldades.

O azoto é o elemento mineral mais determinante da produtividade vegetal, aspecto demonstrado em inúmeros estudos de fertilização sobre diversas culturas. A importância particular do azoto deve-se, sobretudo, ao facto de não se acumular no solo em quantidades elevadas, em formas químicas absorvíveis pelas plantas. Este aspecto determina que a aplicação se programe estação a estação e, por vezes, em aplicações fraccionadas durante uma única estação de crescimento. A gestão racional do N ganha também importância devido às múltiplas implicações potenciais deste elemento no meio ambiente e na saúde dos consumidores (Santos, 1996).

As dicotiledóneas têm necessidades mais elevadas de boro comparativamente com as monocotiledóneas (Asad *et al.*, 2001). As couves são, por isso, referenciadas como tendo elevadas necessidades em boro (Maroto, 1995). Em Trás-os-Montes, como de resto em vastas regiões do globo, os solos apresentam limitação crónica na disponibilidade de boro. A agricultura de sequeiro da região conhece bem o problema, sobretudo associado ao olival, à vinha e ao amendoal, em que a aplicação de B é hoje uma prática regular. Contudo, a necessidade de utilizar B em agricultura de regadio pode ser questionada, e deve ser objecto de estudo. As culturas de regadio, sobretudo as herbáceas de ciclo anual, tendem a ser cultivadas em solos com teores de matéria orgânica mais elevados. A disponibilidade de B está estreitamente relacionada com a matéria orgânica do solo, desde que o pH seja inferior a 7 (Goldberg, 1997). Por outro lado, a água de rega tende a incorporar quantidades significativas deste nutriente (Gupta, 1993a). A solubilidade do B facilita a sua lixiviação para os cursos de água e aquíferos.

Em alternativa à fertilização convencional é possível integrar a produção no modo biológico. Neste sistema de produção os fertilizantes de síntese industrial estão genericamente excluídos (Regulamento CE 2092/91). Na gestão corrente da fertilidade do solo é possível, contudo, aplicar fertilizantes “naturais”, desde que autorizados para agricultura biológica. Os fertilizantes orgânicos são os mais utilizados e aparecem hoje no mercado em quantidade e variedade satisfatória (Ferreira, 2005). Por outro lado, a utilização de fertilizantes orgânicos apresenta uma estreita ligação com a disponibilidade de N e B para as culturas.

Neste trabalho são apresentados resultados da aplicação de N e B em doses variadas, de um fertilizante orgânico autorizado

em agricultura biológica e de uma modalidade sem qualquer adubação. Foi avaliada a produção de biomassa, a percentagem de matéria seca nos tecidos, a concentração de nutrientes nos tecidos, a exportação de nutrientes e a percentagem de nutrientes dos fertilizantes recuperada pela cultura.

## MATERIAL E MÉTODOS

A experiência de campo decorreu em Bragança, NE Portugal (41°48'N, 6°44'W). A região apresenta clima de características predominantemente mediterrânicas, com precipitação média anual de 743 mm e temperatura média anual de 12,2 °C. O ensaio foi instalado num leptossolo, de textura franca, com 65 % de areia, 19 % de limo e 16 % de argila. Em Agosto de 2005, o solo apresentava 0,83 % de matéria orgânica, pH(H<sub>2</sub>O) 5,1 e teores de P e K (método Egner - Rhiem) médio (54 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kg<sup>-1</sup>) e alto (126 mg K<sub>2</sub>O kg<sup>-1</sup>), respectivamente. O azoto total no solo foi determinado pelo método Kjeldahl (Bremner, 1996) com leituras feitas no analisador Kjeltec Auto 1030. O valor registado foi de 6,9 mg kg<sup>-1</sup>. Foi também determinado o boro no solo, na fracção extraível com água fervente e determinado pelo método da azometina-H (Keren, 1996). O valor registado foi de 0,074 mg kg<sup>-1</sup>.

A plantação em local definitivo ocorreu a 29 de Agosto de 2005. Foram utilizadas plantas de raiz protegida, preparadas em estufa com mês e meio de antecedência, e endurecidas em abrigo antes da transplantação. O ensaio foi plantado manualmente, com as plantas inseridas em covachos, em compasso 0,8x0,5 m (2,5 plantas/m<sup>2</sup>).

Num delineamento experimental completamente casualizado com três repetições, foram incluídas quatro modalidades com fertilizantes convencionais e duas modali-

dades integradas em modo de produção biológico. As modalidades de fertilização convencional foram:

- NB, correspondente à recomendação de fertilização base de laboratório, que incluiu 39 kg P/ha, 75 kg K/ha, 80 kg N/ha e 2,2 kg B/ha;
- B<sup>-</sup>, modalidade base sem boro;
- B<sup>+</sup>, modalidade base com 4,4 kg B/ha; e
- N<sup>+</sup>, modalidade base com 160 kg N/ha (80 kg em fundo e 80 kg em cobertura, a última efectuada a 14 de Outubro). O N e o B foram aplicados na forma de ureia e bórax, respectivamente.

As modalidades integradas em modo de produção biológico foram:

- SAd, sem adubação; e
- Dix10, designação comercial de um fertilizante orgânico autorizado em agricultura biológica (Ferreira, 2005).

O Dix10 é um material compostado, apresentado em *pellets*, preparado a partir de penas de aves, estrume de aviário e vinhaça de beterraba sacarina. Segundo a fabricante, doseia aproximadamente 10 % de N total, 3 % K<sub>2</sub>O, 3 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 2,5 % CaO e 0,6 % MgO. As análises efectuadas ao fertilizante no âmbito deste trabalho mostraram valores de N, P, K, Ca e Mg próximos dos valores anunciados na embalagem comercial. Foram ainda determinadas as concentrações no fertilizante de B, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, tendo sido registados os valores de 30,5, 5,7 e 3,4 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente. A modalidade Dix10 não levou fertilização mineral, sendo o fertilizante aplicado em dose equivalente a 80 kg N/ha.

As infestantes foram controladas com uma sacha, realizada a 30 de Setembro. No mês e meio que se seguiu à transplantação a cultura foi regada por aspersão. Toda a técnica cultural associada ao ensaio foi enquadrada no modo de produção biológico, excluindo obviamente a fertilização nas modalidades de fertilização convencional.

Foram efectuadas duas colheitas de plantas: a primeira colheita ocorreu a 11 de Novembro e a segunda colheita ocorreu a 12 de Dezembro de 2005. As plantas foram cortadas ao nível do solo e determinado o peso fresco. Uma sub-amostra representativa da biomassa foi seca em estufa de ventilação forçada a 65 °C, obtendo-se a percentagem de matéria seca. Folhas completamente desenvolvidas do terço médio superior das plantas foram separadas para determinação da composição mineral. O azoto total foi determinado pelo método Kjeldahl (Bremner, 1996) e as leituras efectuadas num autoanalisador Kjeltec 1030. O boro foi determinado pelo método da azometina-H (Keren, 1996).

A eficiência de utilização dos nutrientes N e B foi estimada através da determinação do N e B aparentemente recuperado (NAR e BAR), obtidos pela expressão:

$$NAR (BAR) = \frac{\text{Nutriente exportado nas modalidades fertilizadas} - \text{Nutriente exportado na modalidade SAd}}{\text{Nutriente aplicado como fertilizante nas modalidades fertilizadas}}$$

A análise de variância dos resultados foi feita no programa JMP 5.1. As médias com diferenças significativas foram separadas pelo teste Tukey HSD ( $\alpha < 0,05$ ).

## RESULTADOS

As plantas sem adubação produziram 13,7 Mg biomassa/ha na segunda colheita, valor significativamente inferior às modalidades fertilizadas com ureia (Quadro 1). O Dix10, fertilizante orgânico autorizado em agricultura biológica, apresentou teores médios de biomassa na segunda colheita bastante modestos (18,0 Mg/ha), também significativamente inferiores às modalidades fertilizadas com ureia. A matéria seca total seguiu a tendência da produção de tecido

**QUADRO 1 – Produção de biomassa, teor de matéria seca nos tecidos e matéria seca total na primeira (11 de Novembro) e segunda (12 de Dezembro) datas de colheita de plantas**

Tratamento <sup>1</sup> fertilizante	Peso fresco (Mg/ha)		Matéria seca (%)		Matéria seca total (kg/ha)	
	11 Nov.	12 Dez.	11 Nov.	12 Dez.	11 Nov.	12 Dez.
SAd	11,9 b <sup>2</sup>	13,7 b	12,4 a	15,2 a	1480,2 a	2085,7 b
Dix 10	18,9 ab	18,0 b	11,3 ab	13,2 ab	2144,1 ab	2384,7 b
B <sup>-</sup>	31,5 a	38,3 a	10,0 ab	12,8 b	3163,0 a	4913,5 a
NB	34,0 a	38,6 a	10,2 ab	11,8 b	3451,9 a	4530,5 a
B <sup>+</sup>	34,5 a	40,0 a	9,4 b	12,1 b	3123,4 a	4776,0 a
N <sup>+</sup>	31,3 a	41,3 a	9,4 b	11,6 b	2947,4 ab	4804,0 a

<sup>1</sup>SAd, modalidade sem fertilização; Dix 10, fertilizante orgânico; NB, modalidade de fertilização de base; B<sup>-</sup>, modalidade de fertilização base sem B; B<sup>+</sup>, modalidade de fertilização base com dose dupla de B; e N<sup>+</sup>, modalidade de fertilização base com dose dupla de N; <sup>2</sup>Na coluna, médias às quais corresponde a mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey HSD ( $\alpha < 0,05$ ).

fresco, enquanto a percentagem de matéria seca nos tecidos seguiu tendência inversa. As modalidades mais produtivas apresentaram teores de matéria seca nas folhas mais baixos. Parece que o aumento da disponibilidade de azoto promoveu a produção de biomassa e tornou as plantas mais suculentas com maior teor em água, como, de resto, se refere em bibliografia da especialidade (Santos, 1996). A aplicação de B não influenciou a produção, apesar do solo apresentar teores baixos em B (0,074 mg kg<sup>-1</sup>) e as couves serem espécies com elevadas necessidades de B (Maroto, 1995). Contudo, a água de rega tende a apresentar valores significativos de B (Gupta, 1993a), o que pode justificar a falta de resposta ao nutriente. Note-se que nesta região as dicotiledóneas cultivadas em sequeiro, como a oliveira e a amendoeira, apresentam frequentemente sintomas de carência do nutriente se este não for aplicado com regularidade.

A limitação de N disponibilizado nas modalidades não fertilizada e fertilizada com Dix10 induziram diminuição na concentração de N nos tecidos. Este resultado, associado à redução na produção de biomassa, originou valores significativamente mais baixos de N exportado nas modalidades SAd e Dix10 (Quadro 2). O azoto aparentemente recuperado (NAR) na modali-

dade Dix10 foi de apenas 14 a 16 % (Quadro 2), valor manifestamente modesto tendo em conta a concentração de N no fertilizante e a correspondente baixa razão C/N (4,7). Os fertilizantes orgânicos compostados e desidratados possuem boas condições físicas de aplicação, mas parecem libertar N com maior dificuldade, relativamente a matérias orgânicas mais frescas (Castellanos & Pratt, 1981). As modalidades fertilizadas com 80 kg N/ha na forma de ureia apresentaram valores NAR próximos ou mesmo superiores a 100%. Este valor é anormalmente alto comparado com valores NAR registados noutras culturas (Rodrigues, 2000). Os valores podem ser justificado pelo bom desenvolvimento da cultura e/ou um eventual efeito *priming* (Jenkinson *et al.*, 1985), ou seja, um estímulo na actividade microbiana que conduz à libertação de mais N da matéria orgânica nativa do solo. A modalidade N<sup>+</sup> (160 kg N/ha) apresentou menor NAR. De uma maneira geral, à medida que o teor de N aplicado aumenta NAR tende a diminuir, na medida em que não há um acréscimo proporcional de biomassa (Tyler *et al.*, 1983). A variação considerável de N exportado entre a primeira e a segunda data de amostragem reflecte o grande aumento de biomassa que ocorreu nesse período.

**QUADRO 2 – Concentração de N nos tecidos, N exportado e N aparentemente recuperado na primeira (11 de Novembro) e segunda (12 de Dezembro) datas de colheita de plantas**

Tratamento <sup>1</sup> fertilizante	Teor N nos tecidos (g kg <sup>-1</sup> )		N exportado (kg/ha)		<sup>2</sup> NAR (%)	
	11 Nov.	12 Dez.	11 Nov.	12 Dez.	11 Nov.	12 Dez.
SAd	19,9 b <sup>3</sup>	16,1 c	29,3 b	33,9 c	---	---
Dix 10	20,0 b	18,9 bc	42,2 b	45,1 bc	16,1	14,0
NB	29,0 a	23,6 ab	99,7 a	107,7 ab	88,0	92,3
B <sup>-</sup>	25,2 ab	26,9 a	81,2 a	132,7 a	64,9	123,5
B <sup>+</sup>	27,3 ab	27,3 a	83,4 a	132,1 a	67,6	122,8
N <sup>+</sup>	29,6 a	26,3 a	87,0 a	125,9 a	36,1	57,5

<sup>1</sup>SAd, modalidade sem fertilização; Dix 10, fertilizante orgânico; NB, modalidade de fertilização de base; B<sup>-</sup>, modalidade de fertilização base sem B; B<sup>+</sup>, modalidade de fertilização base com dose dupla de B; e N<sup>+</sup>, modalidade de fertilização base com dose dupla de N. <sup>2</sup>NAR = (N exportado nas modalidades fertilizadas – N exportado na modalidade SAd)/(N aplicado como fertilizante). <sup>3</sup>Na coluna, médias às quais corresponde a mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey HSD ( $\alpha < 0,05$ ).

O teor de boro nos tecidos aumentou significativamente com a aplicação de 4.4 kg B/ha (B<sup>+</sup>). Pelo contrário, a aplicação de N na dose mais elevada (N<sup>+</sup>) parece ter induzido uma diminuição significativa de B absorvido (Quadro 3). Este efeito reflectiu-se também de forma significativa no B exportado. Aparentemente estamos em presença de um efeito de antagonismo na absorção de B pelo N. O azoto aplicado como fertilizante tende a reduzir a absorção de B Gupta (1993b). Segundo Gupta (1993b) a aplicação de N pode ser mesmo usada para aliviar sintomas de toxicidade de B.

O boro aparentemente recuperado (BAR) foi particularmente baixo nas modalidades de fertilização convencional NB, N<sup>+</sup> e B<sup>+</sup>, com valores entre 2,3 e 3,3 % na segunda colheita (Quadro 3). Dix10 apresentou BAR elevado (37,8 %) comparativamente com as modalidades fertilizadas com B. O valor justifica-se pelo acréscimo de biomassa na modalidade Dix10 relativamente a SAd (numerador positivo) e pela quantidade insignificante de B que foi introduzido no solo com a aplicação de Dix10 (27,5 g/ha), de que resultou um denominador baixo, comparativamente com as modalidades fertilizadas com B comercial. De qualquer

**QUADRO 3 – Concentração de B nos tecidos, B exportado e B aparentemente recuperado na primeira (11 de Novembro) e segunda (12 de Dezembro) datas de colheita de plantas**

Tratamento <sup>1</sup> fertilizante	Teor B nos tecidos (mg kg <sup>-1</sup> )		B exportado (g/ha)		<sup>2</sup> BAR (%)	
	11 Nov.	12 Dez.	11 Nov.	12 Dez.	11 Nov.	12 Dez.
SAd	20,6 c <sup>3</sup>	19,5 b	30,6 b	40,9 c	---	---
Dix 10	18,0 c	21,0 b	38,8 b	51,3 bc	28,0	37,8
B <sup>-</sup>	17,5 c	19,9 b	55,3 b	98,1 abc	---	---
B <sup>+</sup>	47,0 a	29,4 a	144,2 a	141,4 a	2,6	2,3
N <sup>+</sup>	18,4 c	20,5 b	54,7 b	99,8 abc	1,1	2,7
NB	31,4 b	25,3 ab	108,6 a	113,5 ab	3,5	3,3

<sup>1</sup>SAd, modalidade sem fertilização; Dix 10, fertilizante orgânico; NB, modalidade de fertilização de base; B<sup>-</sup>, modalidade de fertilização base sem B; B<sup>+</sup>, modalidade de fertilização base com dose dupla de B; e N<sup>+</sup>, modalidade de fertilização base com dose dupla de N; <sup>2</sup>BAR = (B exportado nas modalidades fertilizadas – B exportado na modalidade SAd)/(B aplicado como fertilizante). <sup>3</sup>Na coluna, médias às quais corresponde a mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey HSD ( $\alpha < 0,05$ ).

forma, não conhecemos referências a este tipo de indicadores em estudos sobre fertilização com B.

### CONCLUSÕES

Não fertilizar (modalidade SAd) induziu redução significativa na produção de biomassa, embora a percentagem de matéria seca nos tecidos tenha aumentado. O fertilizante orgânico autorizado em agricultura biológica (Dix10), apesar de compostado, apresentado em *pellets* e com baixa razão C/N, não disponibilizou N em quantidade relevante durante a estação de crescimento. Dix10 originou redução significativa na produção quando comparado com a aplicação de ureia em dose de N equivalente. O resultado reforça a ideia expressa em Rodrigues *et al.*, (2004; 2006) de que a utilização de fertilizantes orgânicos autorizados em agricultura biológica exige particular atenção à relação custo/benefício. A aplicação de B não influenciou significativamente a produção de biomassa. Assim, as produções obtidas e a recuperação aparente de nutrientes sugerem que a redução de produção de biomassa em SAd e Dix10 se deveram à reduzida quantidade de N que estas modalidades disponibilizaram para as plantas.

O azoto reduziu significativamente a concentração de B nos tecidos e o B exportado, sugerindo antagonismo na absorção do B pelo aumento de N aplicado.

### AGRADECIMENTOS

A Rita Diz e Ana Pinto pela colaboração nas determinações laboratoriais.

Financiado no âmbito do projecto POCI/AGR/57399/2004.

### REFERÊNCIAS

- Asad, A., Bell, R.W. & Dell, B. 2001. A critical comparison of the external and internal boron requirements for contrasting species in boron-buffered solution culture. *Plant Soil*, **233**: 31-45.
- Bremner, J.M. 1996. Nitrogen-total. In: D. L. Sparks (ed.) *Methods of Soil Analysis. Part 3 – Chemical Methods*, pp. 1085-1121. SSSA. Book Series nº 5, Madison, Wis.
- Castellanos, J. Z. & Pratt, P. F. 1981. Mineralization of manure nitrogen-correlation with laboratory indexes. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, **45**: 354-357.
- Ferreira, J. *Guia de Factores de Produção para a Agricultura Biológica, 2005/2006*. 2ª ed., Agro-Sanus, Lisboa.
- Goldberg, S. 1997. Reactions of boron with soils. *Plant Soil*, **193**: 35-48.
- Gupta, U. C. 1993a. Sources of boron. In: U. C. Gupta (ed.) *Boron and its Role in Crop Production*, pp. 45-52. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Gupta, U. C. 1993b. Factors affecting boron uptake by plants. In: U. C. Gupta (ed.) *Boron and its Role in Crop Production*, pp. 87-104. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- INE – Instituto Nacional de Estatística. 2002. *Estatísticas da Horticultura, 1995-2001*. INE, Lisboa.
- Jenkinson, D. S., Fox, R. H. & Rayner, J. H. 1985. Interactions between fertilizer nitrogen and soil nitrogen – the so-called “priming” effect. *J. Soil Sci.*, **36**: 425-444.
- Keren, R. 1996. Boron. In: D. L. Sparks (ed.) *Methods of Soil Analysis. Part 3 – Chemical Methods*, pp. 603-626. SSSA, Book Series nº 5, Madison, Wis.
- Maroto, J. V. 1995. *Horticultura Herbácea Especial*. 4ª ed., Mundi-Prensa, Madrid.
- Rodrigues, M. A. 2000. *Gestão do Azoto na*

- Cultura da Batata: Estabelecimento de Indicadores do Estado Nutritivo das Plantas e da Disponibilidade de Azoto no Solo*. Tese Doutorado. UTAD, Vila Real.
- Rodrigues, M. A., Carneiro, J. C., Pires, J. & Moreira, N. 2004. Crops' use efficiency of nitrogen from a manure allowed for organic farming. Proc. 8<sup>th</sup> ESA Congress, pp. 993-994. Copenhagen, Denmark.
- Rodrigues, M. A., Pereira, A., Cabanas, J. E., Dias, L. Pires, J. & Arrobas, M. 2006. Crops use-efficiency of nitrogen from manures permitted in organic farming. *Eur. J. Agron.*, **25**: 328-335.
- Santos, J. Q. 1996. *Fertilização – Fundamentos da Utilização dos Adubos e Correctivos*. Publ. Europa-América, Mem Martins.
- Tyler, K. B., Broadbent, F. E. & Bishop, J. C. 1983. Efficiency of nitrogen uptake by potatoes. *Am. Potato J.*, **60**: 261-269.