

Doses de zinco e nitrogênio na produtividade e qualidade de grãos de ervilha¹

Eliana Duarte Cardoso², Kuniko Iwamoto Haga³,
Flávio Ferreira da Silva Binotti², Walter Veriano Valério Filho⁴, Débora Cristiane Nogueira⁵

ABSTRACT

Zinc and nitrogen doses on
pea grains quality and yield

Peas present a potential to be cultivated in the winter, in Brazil, and also a great importance, especially in human feeding, due to its high protein content. However, its yield is still low and there are just a few studies aiming at improving pea grains quality and yield. This study aimed at evaluating the nitrogen and zinc fertilization effect on the pea grains (Utrillo cultivar) chemical quality and yield. The experiment was carried out in a dystrophic clayey Latosol-Haplustox, in Selvíria, Mato Grosso do Sul State, Brazil, in 2005. A randomized blocks design was used, in a 4x4 factorial scheme, totaling 16 treatments and 3 replications, including four nitrogen doses (0 kg ha⁻¹, 60 kg ha⁻¹, 120 kg ha⁻¹, and 240 kg ha⁻¹), as urea, via ground, at 30 days after sowing (DAS), and four zinc doses (0 kg ha⁻¹, 1,5 kg ha⁻¹, 3 kg ha⁻¹, and 6 kg ha⁻¹), as zinc sulphate, via leaf, at 45 DAS. The combination of zinc and nitrogen doses improved the grains chemical quality. Zinc had no effect on grain yield, however, high nitrogen doses negatively affected yield.

KEY-WORDS: *Pisum sativum* L.; carbohydrate; amino acid; protein.

RESUMO

A ervilha apresenta potencial para o cultivo de inverno, no Brasil, tendo grande importância, principalmente na alimentação humana, devido ao seu elevado teor proteico. Sua produtividade, no entanto, ainda é baixa, e são poucos os estudos que visam à melhoria da qualidade e produtividade de grãos de ervilha. Este trabalho objetivou estudar o efeito da adubação com nitrogênio e zinco, na qualidade química e produtividade de grãos de ervilha, cultivar Utrillo. O experimento foi realizado em Latossolo Vermelho distrófico argiloso, em Selvíria (MS), em 2005. O delineamento experimental utilizado em campo foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 4x4, constituído por quatro doses de nitrogênio (0 kg ha⁻¹, 60 kg ha⁻¹, 120 kg ha⁻¹ e 240 kg ha⁻¹), na forma de ureia, via solo, aos 30 dias após a semeadura (DAS), e quatro doses de zinco (0 kg ha⁻¹, 1,5 kg ha⁻¹, 3 kg ha⁻¹ e 6 kg ha⁻¹), na forma de sulfato de zinco, via foliar, aos 45 DAS, totalizando dezesseis tratamentos, com três repetições. A combinação entre doses de zinco e nitrogênio proporcionou melhoria na qualidade química dos grãos. O zinco não apresentou efeito na produtividade de grãos, entretanto, elevadas doses de nitrogênio influenciaram, negativamente, na produtividade.

PALAVRAS-CHAVE: *Pisum sativum* L.; carboidrato; aminoácido; proteína.

INTRODUÇÃO

Originária do Oriente Médio, a ervilha é muito apreciada em todo o mundo, sendo consumida como grãos verdes ou enlatados (secos reidratados ou verdes). No Brasil, até a década de 1980, o produto era importado, mas, atualmente, a demanda é atendida pela produção nacional. Seu cultivo é efetuado durante o inverno, sendo a planta bastante tolerante a baixas temperaturas (IAC 2009).

Em 2005, a área semeada com ervilhas no mundo foi de, aproximadamente, 6,5 milhões de hectares, sendo o Canadá o maior produtor (FAO 2006). A área cultivada com ervilhas no Brasil é bastante significativa, destacando-se os Estados do Rio Grande do Sul (3.665 t, em 1.879 ha), Goiás (2.576 t, em 920 ha), Minas Gerais (531 t, em 198 ha), Paraná (71 t, em 30 ha) e São Paulo (22 t, em 17 ha), totalizando uma área plantada, para grãos secos, em 2009, de 3.040 ha, com produção de 6.865 t (IBGE 2010).

1. Trabalho recebido em set./2011 e aceito para publicação em ago./2012 (nº registro: PAT 15775).

2. Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Unidade Universitária de Cassilândia, Cassilândia, MS, Brasil.

E-mails: dclia78@yahoo.com.br, binotti@uems.br.

3. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), Departamento de Biologia e Zootecnia, Ilha Solteira, SP, Brasil. *E-mail:* kuniko@bio.feis.unesp.br.

4. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), Departamento de Matemática, Ilha Solteira, SP, Brasil.

E-mail: wvuf@mat.feis.unesp.br.

5. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Socioeconomia, Ilha Solteira, SP, Brasil. *E-mail:* debora_nogueira11@yahoo.com.br.

Diferentemente da ervilha para produção de grãos secos, que são, posteriormente, reidratados e enlatados, as cultivares de ervilha-verde são próprias para colheita de grãos verdes, visando ao imediato congelamento e/ou enlatamento. O produto pode, também, ser comercializado na forma de vagens para debulhar ou de grãos debulhados, para consumo *in natura* (Embrapa 2009).

Os nutrientes minerais são fundamentais para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Segundo Sá (1994), a exigência nutricional das culturas, para a maioria das espécies, torna-se mais intensa com a fase reprodutiva, sendo mais crítica por ocasião da formação de sementes, quando consideráveis quantidades de nutrientes são para elas translocadas. Esta maior exigência se deve ao fato de que os nutrientes são necessários à formação e ao desenvolvimento de novos órgãos e, também, à formação de materiais de reserva que ali serão acumulados.

O fornecimento adequado de N às plantas, pelo solo ou solo + fertilizante, como regra, melhora a qualidade dos produtos agrícolas. Seu excesso, porém, pode ser prejudicial. O nitrogênio é constituinte de aminoácidos, proteínas, enzimas e coenzimas, além de ácidos nucleicos, vitaminas, glicoproteínas, lipoproteínas, pigmentos e produtos secundários (Malavolta 2006a).

Outro importante nutriente para a qualidade do produto, principalmente no que se refere à produtividade de grãos, é o zinco. Em condições de deficiência de zinco, verificam-se distúrbios nos processos fisiológicos, que resultam em sintomas como clorose, inibição de crescimento, necrose e folhas novas pequenas, o que acarreta, muitas vezes, reflexos negativos à produtividade (Malavolta 2006b). Segundo Teixeira et al. (2005), o zinco também é responsável pela síntese de proteínas, permeabilidade de membranas, absorção iônica, respiração, síntese de amido e controle hormonal. Assim, existe a hipótese de que este nutriente esteja envolvido na qualidade fisiológica de grãos e sementes.

Frente à crescente demanda da população por alimentos, é importante estabelecer um melhor aproveitamento da área de cultivo durante o ano, e não só no período chuvoso, já que a ervilha é uma leguminosa de cultivo anual, que pode ser cultivada no outono-inverno, como uma opção a mais na sucessão/rotação de culturas, além de contribuir com o aumento da disponibilidade de N no solo, por meio da fixação simbiótica. Além disto, é um alimento de

grande importância, principalmente para a população humana, pois destaca-se, em sua composição centesimal, o elevado teor de proteína.

Devido ao aumento do consumo de ervilha e à necessidade de aumento da sua produção, este estudo objetivou avaliar o efeito da adubação com nitrogênio e zinco na qualidade química e produtividade de grãos verdes de ervilha (*Pisum sativum* L.), cultivar Utrillo.

MATERIAL E MÉTODOS

O cultivo de ervilha foi efetuado na área experimental da Faculdade de Engenharia da Unesp, Campus de Ilha Solteira, localizada em Selvíria (MS), no período de outono-inverno de 2005, com irrigação, em Latossolo Vermelho distrófico argiloso (Embrapa 1999). Os resultados da análise do solo da área do ensaio apresentaram os seguintes valores: MO = 22 g dm⁻³; P (resina) = 24 mg dm⁻³; pH (CaCl₂) = 4,5; K = 0,33 cmol_c dm⁻³; Ca = 1,6 cmol_c dm⁻³; Mg = 1,3 cmol_c dm⁻³; H+Al = 4,0 cmol_c dm⁻³; S = 14 mg dm⁻³; V = 45%; Cu = 4,4 mg dm⁻³; Fe = 19 mg dm⁻³; Mn = 25,2 mg dm⁻³; Zn = 1,0 mg dm⁻³; B = 0,3 mg dm⁻³.

A precipitação pluviométrica média anual é de 1.370 mm, a temperatura média anual de 23,5°C e a umidade relativa do ar de 70-80% (Arf et al. 2001). Durante o cultivo, a precipitação pluviométrica no local do ensaio foi de 109 mm, a temperatura média de 21,9°C e a umidade relativa média do ar de 69%.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 4x4, com três repetições. Os tratamentos constituíram-se de quatro doses de nitrogênio em cobertura (0 kg ha⁻¹, 60 kg ha⁻¹, 120 kg ha⁻¹ e 240 kg ha⁻¹), via solo, aos 30 dias após a semeadura (DAS), na forma de ureia, e quatro doses de zinco (0 kg ha⁻¹, 1,5 kg ha⁻¹, 3 kg ha⁻¹ e 6 kg ha⁻¹), via foliar, na forma de sulfato de zinco, aos 45 DAS. As parcelas foram compostas de sete linhas de 5,0 m de comprimento, espaçadas em 0,34 m entre si, com 12 sementes viáveis por metro.

A semeadura foi realizada em área anteriormente cultivada com milho e o preparo do solo realizado no mês de abril, por meio de uma aração, seguida de duas gradagens, para nivelamento. A ervilha foi semeada manualmente, no dia 19/04/2005, com sementes previamente tratadas com thiram. O genótipo utilizado foi a ervilha grão verde (*Pisum sativum* L.), cultivar Utrillo, recomendada para semeadura nos meses de abril a agosto, podendo ser semeada em regiões de clima mais frio a partir de maio, sendo

destinada à comercialização *in natura*, em vagens, ou debulhadas para congelamento.

A adubação básica, nos sulcos de semeadura, consistiu de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples) e 40 kg ha⁻¹ de K₂O (KCl). O fornecimento de água, quando necessário, foi realizado por meio de sistema de irrigação por aspersão, e o controle e a prevenção das principais pragas e doenças na cultura foram realizados por meio de pulverizações, conforme a necessidade.

A emergência das plântulas ocorreu aos 5 DAS e, aproximadamente aos 50 DAS, ocorreu o florescimento. Durante a realização do experimento, avaliaram-se os teores de nitrogênio e zinco nas folhas, por ocasião do florescimento, e nos grãos, na época da colheita (amostra obtida pela somatória das colheitas).

A avaliação da produtividade de massa verde de vagens e de grãos verdes (em 4,0 m lineares) foram realizadas por meio da somatória de três colheitas (92 DAS, 100 DAS e 104 DAS).

Para a análise bioquímica dos grãos, após a colheita, as parcelas contendo o mesmo tratamento foram misturadas, e o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Foram realizadas determinações dos teores de nitrogênio, zinco, clorofila, aminoácidos livres, proteínas, açúcares livres, polissacarídeos solúveis em água (WSP) e amido, nos grãos de ervilha.

Para a determinação da clorofila total em grãos verdes, utilizou-se a metodologia descrita por Arnon (1949). Já para a determinação de aminoácidos, proteínas, açúcares livres, polissacarídeos solúveis em água (WSP), amido, nitrogênio e zinco, os grãos de ervilha foram secos em estufa com circulação forçada de ar, a 60°C, até massa constante, os quais, para a obtenção da farinha, foram moídos em moinho macro de facas tipo Willey. O método descrito por Bielski & Turner (1966) foi utilizado para a extração de aminoácidos, proteína solúvel total e carboidratos. Para a quantificação da proteína, utilizou-se o método descrito por Bradford (1976), a análise quantitativa de aminoácidos foi realizada segundo metodologia descrita por Yemm & Cocking (1955) e, para a análise quantitativa de carboidratos, foi utilizado o método fenolsulfúrico, descrito por Dubois et al. (1956). A determinação do nitrogênio e zinco foi realizada segundo metodologia descrita por Malavolta et al. (1989).

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância. Quando significativo o efeito de trata-

mentos, realizou-se regressão polinomial. As análises de variância e de regressão foram realizadas com o auxílio do *software* Sanest (Zonta & Machado 1986).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interações entre as doses de N e Zn aplicadas, para as variáveis aminoácidos livres, proteína solúvel total, açúcares livres, WSP (polissacarídeos solúveis em água) e amido, apresentando níveis de significância inferiores a 1%.

A dose de 6,0 kg ha⁻¹ de Zn, combinada com a dose aproximada de 157 kg ha⁻¹ de N, proporcionou o maior teor de aminoácidos livres. Quando foi utilizada a dose zero de Zn, o ponto de máximo teor de aminoácidos livres foi alcançado ao se utilizar, aproximadamente, 178 kg ha⁻¹ de N (Figura 1).

O N é o nutriente requerido em maior quantidade pelas plantas e exerce importante papel em várias funções fisiológicas e bioquímicas. Ele participa da constituição dos aminoácidos e, sendo estes essenciais ou não-essenciais, são muito importantes, principalmente para a biossíntese de proteínas. Molina et al. (2001) afirmaram que o valor nutritivo de uma proteína está estreitamente relacionado à

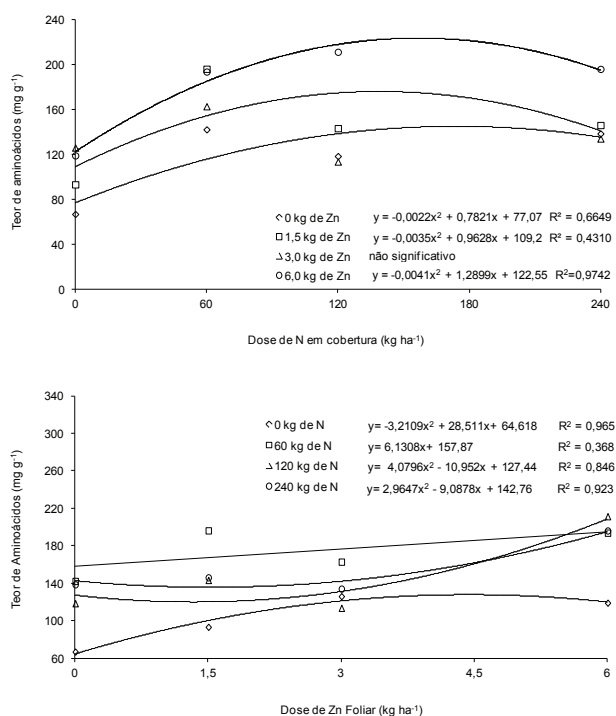


Figura 1. Teor de aminoácidos livres em grãos de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco (Selvária, MS, 2005).

proporção de aminoácidos que a compõe. O zinco também parece ser necessário à síntese de alguns aminoácidos, como o triptofano, sendo, este aminoácido, um importante precursor do ácido indolil-3-acético (Válio 1979).

Observou-se que o maior conteúdo de proteína solúvel total no grão ocorreu com a aplicação de 6 kg ha⁻¹ de Zn, combinada com, aproximadamente, 88 kg ha⁻¹ de N (Figura 2). Quando não houve aplicação de Zn, observou-se maior teor de proteína no grão ao se aplicar, aproximadamente, 131 kg ha⁻¹ de N, porém, este aumento não é expressivo, quando comparado com as demais doses. As doses de 1,5 kg ha⁻¹ e 3,0 kg ha⁻¹ de Zn, quando combinadas com 162 kg ha⁻¹ de N, também contribuíram para o aumento da proteína.

Binotti (2005) observou maior teor de proteínas nos grãos de feijão de plantas que receberam maiores níveis de adubação nitrogenada. Marschner (1995) sugere que o nitrogênio absorvido pelas plantas pode combinar-se com esqueletos carbônicos, para a produção de aminoácidos, os quais resultam em proteínas que ficam armazenadas nos tecidos vegetais e, por ocasião da fase de enchimento de grãos, estas reservas são metabolizadas, translocadas

e armazenadas nestes órgãos, na forma de proteínas e aminoácidos. Sendo o Zn um possível precursor do aminoácido triptofano (Válio 1979), a utilização da adubação foliar com Zn pode ter contribuído para o aumento no teor de aminoácidos, aumentando, consequentemente, o teor de proteínas no grão de ervilha.

Na avaliação do teor de açúcares livres (Figura 3), verificou-se que a aplicação de Zn, nas doses de 1,5 kg ha⁻¹ e 6,0 kg ha⁻¹, proporcionou maior teor de açúcar nas doses de 145 kg ha⁻¹ e 150 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. Quando não se aplicou o N, o maior teor de açúcares livres foi alcançado ao se utilizar a dose de 3,23 kg ha⁻¹ de Zn. O conteúdo dos açúcares estruturais presentes nos grãos, bem como dos açúcares redutores, são responsáveis pelo sabor adocicado, característico do produto fresco (Caniato et al. 2007).

Quando não se aplicou zinco (0 kg ha⁻¹), as médias de conteúdo de WSP cresceram linearmente, com o aumento das doses de N, enquanto, para as doses de 1,5 kg ha⁻¹, 3,0 kg ha⁻¹ e 6,0 kg ha⁻¹ de Zn, foram verificados ajustes polinomiais quadráticos, com o aumento das doses de N. Quando foram aplicadas as doses de 1,5 kg ha⁻¹ e 3,0 kg ha⁻¹ de Zn via foliar, o menor teor de WSP foi verificado com a aplicação

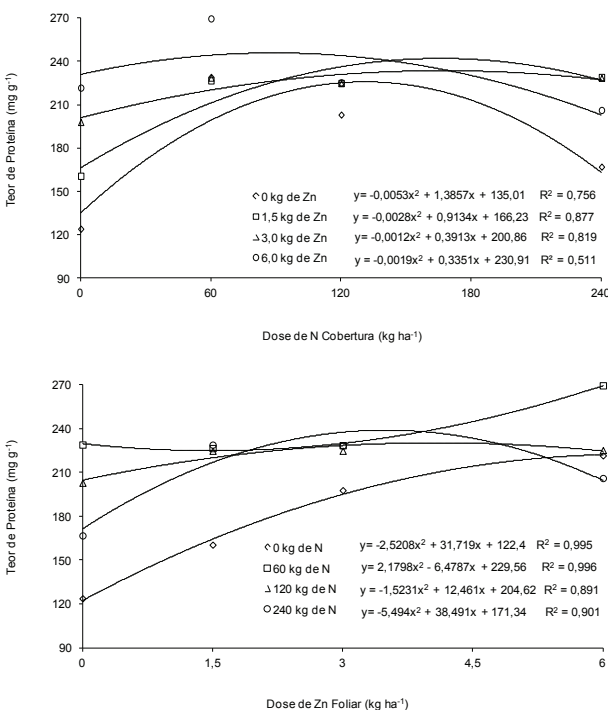


Figura 2. Teor de proteína solúvel total em grãos de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco (Ilha Solteira, SP, 2005).

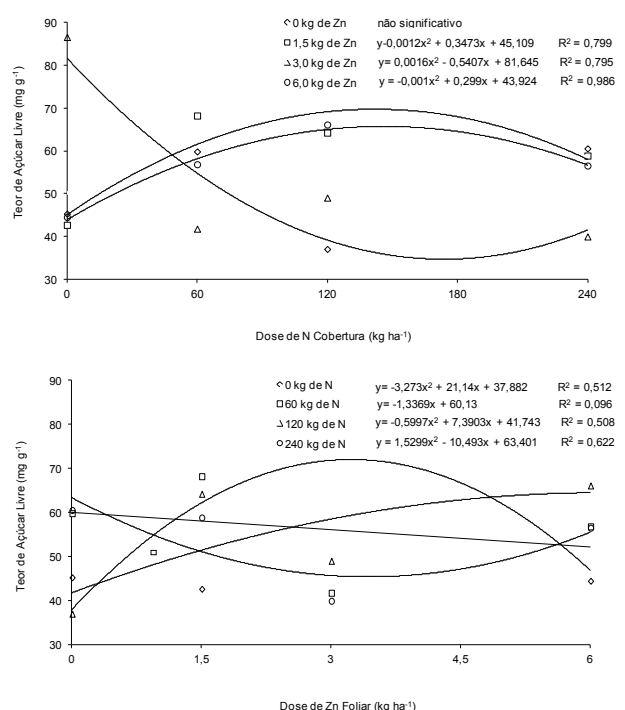


Figura 3. Teor de açúcares livres em grãos de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco (Selvíria, MS, 2005).

de 137 kg ha⁻¹ e 59 kg ha⁻¹ de N, respectivamente (Figura 4).

As doses de N influenciaram no teor de amido (Figura 5) e houve maior conteúdo quando foram aplicados 1,5 kg ha⁻¹, 3 kg ha⁻¹ e 6 kg ha⁻¹ de Zn, combinados com as doses de 36 kg ha⁻¹, 13 kg ha⁻¹ e 49 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. O efeito positivo no teor de amido, em função do aumento no teor de zinco, pode ser atribuído à participação do Zn no processo fotossintético (Malavolta 2006a) e, por consequência, na síntese de amido.

Na ausência da aplicação de zinco, os grãos de ervilha apresentaram maior teor de amido quando aplicados 104 kg ha⁻¹ de N. Fancelli & Dourado Neto (2004) afirmaram que a produção de grãos depende da área foliar fotossinteticamente ativa da planta, sendo que folhas bem nutridas de N possuem maior capacidade de assimilar CO₂ e sintetizar carboidratos, durante o processo de fotossíntese.

Os teores de nitrogênio, nas folhas, foram menores quando aplicadas menores doses de zinco, via foliar (Figura 6). Os maiores teores de nitrogênio nas folhas e nos grãos foram obtidos com aplicações da dose de 6,0 kg ha⁻¹ de Zn + 240 kg ha⁻¹ de N.

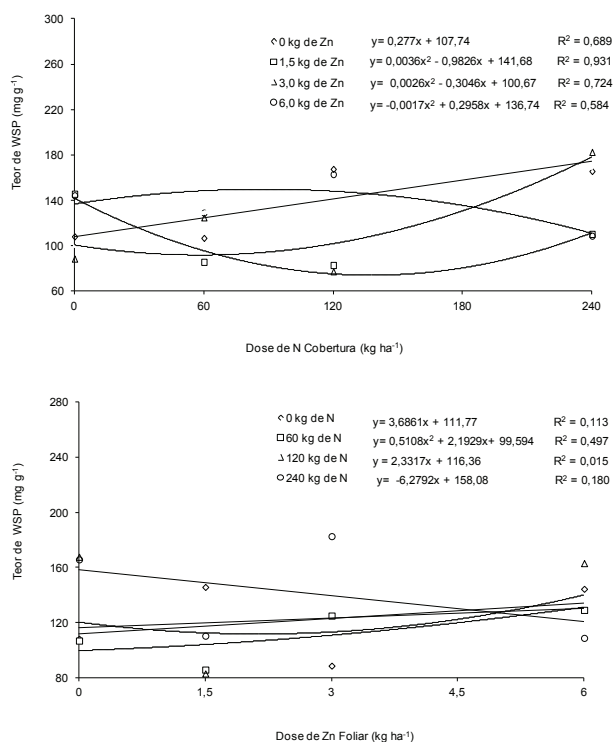


Figura 4. Teor de polissacarídeos solúveis em água (WSP) em grãos de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco (Selvíria, MS, 2005).

Carvalho et al. (2003), trabalhando com modos de aplicação e doses de N em feijoeiro, afirmaram que, à medida em que se aumentou a dose de N aplicada ao solo, em cobertura, houve incremento no teor de N nas folhas, sendo o teor máximo alcançado com a dose de 108 kg ha⁻¹ de N.

Observou-se que os teores de Zn nas folhas e nos grãos apresentaram respostas distintas, na interação das doses de Zn e N (Figura 7). O Zn participa de diversos processos, como fotossíntese, respiração, sínteses de proteínas, amido e controle hormonal, e, quando há carência deste nutriente, há acúmulo de nitrato, o que pode ser devido à falta de indução na síntese de redutase de nitrato, ou menor produção da apoenzima, por causa da falta de aminoácidos (Malavolta 2006a). Possivelmente, neste trabalho, as adubações com N proporcionaram aumento no teor de aminoácidos e proteínas nas folhas e grãos de ervilha, fato que pode ter causado aumento no teor de Zn, em função da presença deste nutriente na constituição das enzimas, ou como sendo um elemento ativador no processo de síntese da redutase do nitrato. Ferreira et al. (2001), ao avaliarem adubações com nitrogênio, molibdênio e zinco, em milho, afirmaram

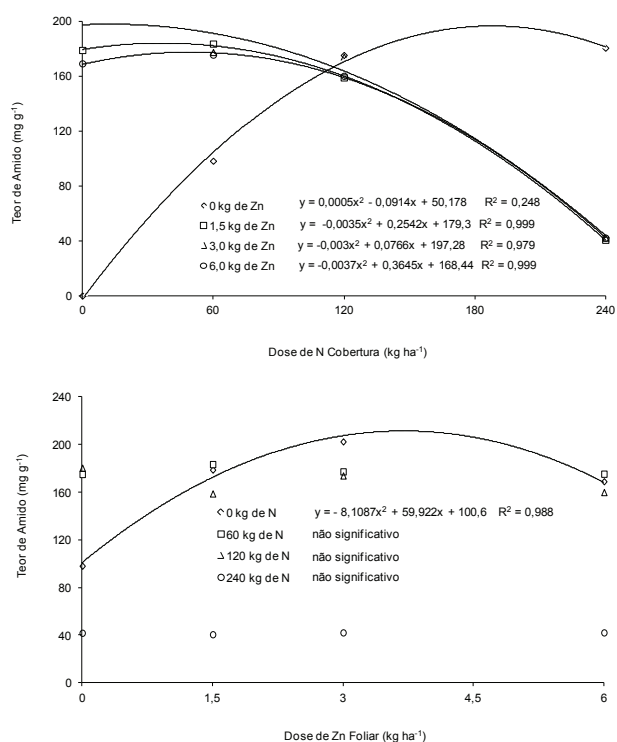


Figura 5. Teor de amido em grãos de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco (Selvíria, MS, 2005).

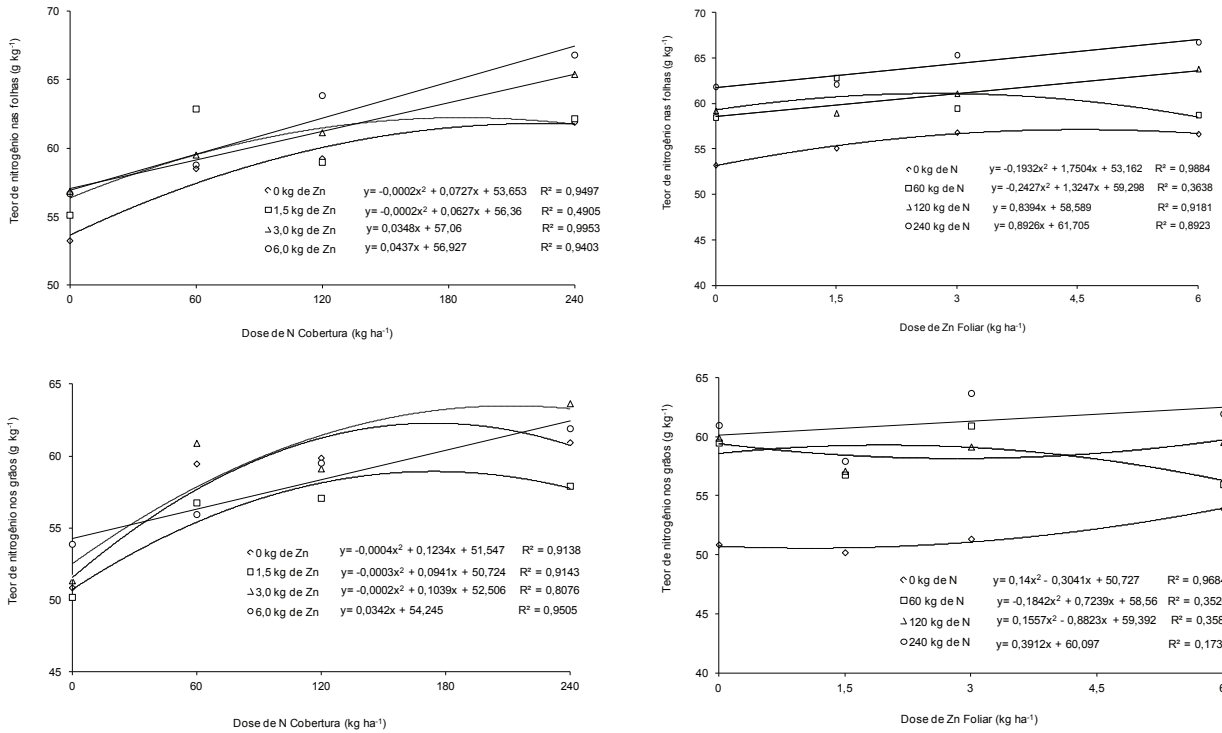


Figura 6. Teor de nitrogênio nas folhas e nos grãos de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco (Selvíria, MS, 2005).

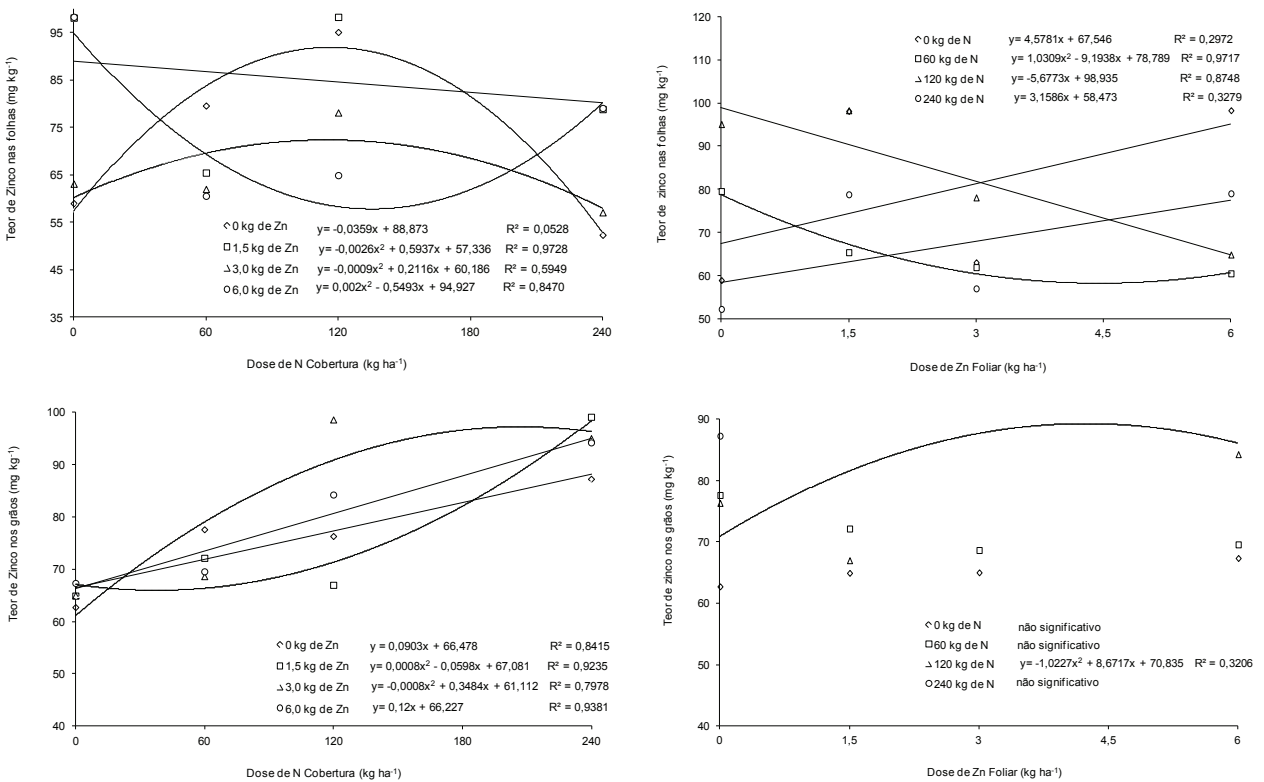


Figura 7. Teor de zinco nas folhas e nos grãos de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco (Selvíria, MS, 2005).

que, quanto maior a dose de N aplicada, maior foi a concentração de Zn encontrada nas folhas, e, quando foi aplicado Zn no sulco de plantio, o teor de Zn nos grãos também aumentou.

Verificou-se que, à medida em que cresceram as doses de Zn e N (Figura 8), aumentou o teor de clorofila nos grãos de ervilha, até a dose de 208 kg ha⁻¹ de N e 5,6 kg ha⁻¹ de Zn, respectivamente. Estes dados corroboram os encontrados por Soratto et al. (2004), os quais afirmaram que incrementos na dose de N em cobertura provocam aumento do teor de clorofila, em folhas de feijão, e que, independentemente do sistema de manejo do solo, o teor de N nas folhas apresenta correlação alta e significativa com o teor de clorofila do feijoeiro. Como o nitrogênio faz parte da molécula de clorofila, este nutriente tem efeito positivo no teor da mesma.

A produtividade de massa verde de vagens e de grãos verdes foi influenciada pelo aumento das doses de N, não ocorrendo o mesmo para as doses de Zn (Figura 9). Evidenciou-se que aplicações de doses elevadas de N proporcionaram menores produtivida-

des, devido ao fato de que a maior disponibilidade de N no solo tenha incrementado a sua absorção pelas plantas, favorecendo o desenvolvimento vegetativo e provocando o efeito de “sombreamento”. Isto pode ter desfavorecido a taxa fotossintética líquida e aumentado a taxa respiratória e fotorrespiração, e, conseqüentemente, comprometido a produtividade da ervilha. Pepino et al. (2002) verificaram que o sombreamento de folhas baixas de cedro reduziu as taxas fotossintéticas.

Observou-se que a cultivar de ervilha Utrillo, nas condições edafoclimáticas e manejo cultural do presente estudo, atingiu suas maiores produtividades com doses menores de N, todavia, a qualidade nutricional dos grãos melhorou com o aumento das doses de N aplicado, sugerindo a necessidade de novos estudos com manejo da adubação nitrogenada, para que se alcance aumento na produtividade, aliado à melhoria na qualidade nutricional.

Ambrosano et al. (1997) não recomendam adubações com Zn em ervilha, porém, em se tratando de feijão, o nível crítico no solo deve ser de

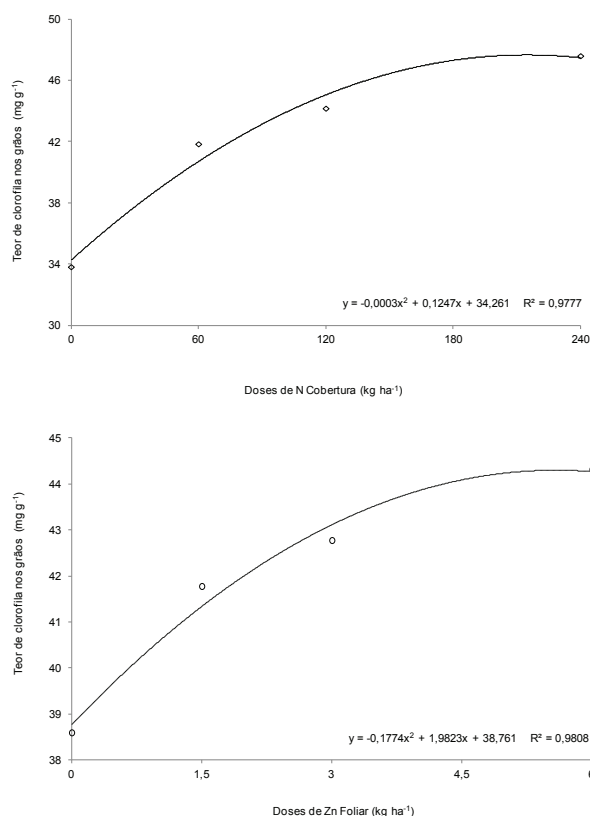


Figura 8. Teor de clorofila nos grãos de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco (Ilha Solteira, SP, 2005).

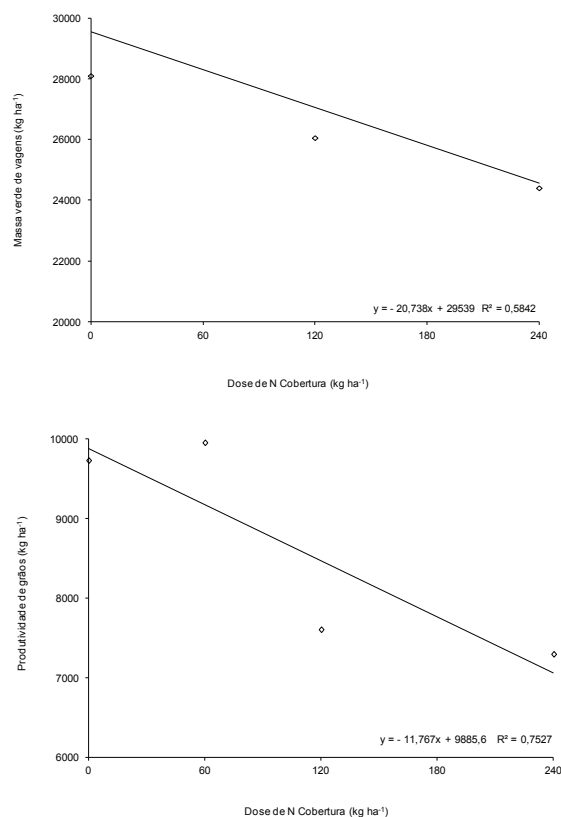


Figura 9. Massa verde de vagens e produtividade de grãos verdes de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco (Selvíria, MS, 2005).

0,6 mg dm⁻³, sendo que o teor de Zn encontrado no solo, no momento da instalação deste experimento, era de 1,0 mg dm⁻³. Assim, as adubações com Zn podem não ter resultado em ganho de produtividade, em razão, possivelmente, do alto nível de zinco que já havia no solo.

CONCLUSÃO

A combinação entre doses de zinco e nitrogênio propiciou aumento do conteúdo de proteínas e carboidratos nos grãos de ervilha, cultivar Utrillo, sendo que a aplicação de 6 kg ha⁻¹ de Zn + 120 kg ha⁻¹ de N proporcionou melhor qualidade química e nutricional dos grãos.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão de bolsa de mestrado para realização do projeto de pesquisa na Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista (FEIS/Unesp).

REFERÊNCIAS

- AMBROSANO, E. J. et al. Leguminosas e oleaginosas. In: RAIJ, B. V. et al. (Eds.). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2. ed. rev. Campinas: IAC, 1997. p. 189-203. (Boletim técnico, 100).
- ARF, O. et al. Resposta de cultivares de arroz de sequeiro ao preparo do solo e à irrigação por aspersão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 36, n. 6, p. 871-879, 2001.
- ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, Maryland, v. 24, n. 1, p. 1-15, 1949.
- BIELESKI, R. L.; TURNER, N. A. Separation and estimation of amino acid in crude plant extracts by thin layer electrophoreses and chromatography. *Analytical Biochemistry*, New York, v. 17, n. 2, p. 278-282, 1966.
- BINOTTI, F. F. S. *Fontes, doses e parcelamento do nitrogênio em feijoeiro de inverno no sistema plantio direto*. 2005. 94 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)–Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Ilha Solteira, 2005.
- BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, New York, v. 72, n. 7, p. 171-175, 1976.
- CANIATO, F. F. et al. Quantificação de açúcares solúveis totais, açúcares redutores e amido nos grãos verdes de cultivares de milho na colheita. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1893-1896, 2007.
- CARVALHO, M. A. C. et al. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio e teores foliares deste nutriente e de clorofila em feijoeiro. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 445-450, 2003.
- DUBOIS, N. et al. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, Washington, DC, v. 28, n. 3, p. 350-356, 1956.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). *Cultivares de ervilha para produção de grãos verdes*. 2009. Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa.br>>. Acesso em: 04 jun. 2009.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). *Sistema brasileiro de classificação dos solos*. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPSo, 1999.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. *Produção de milho*. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 2004.
- FERREIRA, A. C. B. et al. Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 131-138, 2001.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). *Produção de ervilha*. 2006. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 14 mar. 2006.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS (IAC). *Tecnologia: ervilha-de-grãos (Pisum sativum L.)*. 2009. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br>>. Acesso em: 04 jun. 2009.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Área plantada e colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção, segundo os principais produtos das lavouras temporárias - Brasil - 2009*. 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/>>. Acesso em: 29 out. 2010.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plant*. 2. ed. New York: Academic Press, 1995.
- MALAVOLTA, E. Funções dos macro e micronutrientes. In: MALAVOLTA, E. *Manual de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006a. p. 126-162.
- MALAVOLTA, E. Sintomas visuais de deficiência e excesso. In: MALAVOLTA, E. *Manual de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006b. p. 548-567.

- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, A. S. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989.
- MOLINA, S. M. G. et al. Manipulação de cereais para acúmulo de lisina nas sementes. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 205-211, 2001.
- PEPINO, S.; LIVINGSTON, N. J.; WHITEHEAD, D. Responses of transpiration and photosynthesis to reversible changes in photosynthetic foliage area in western red cedar (*Thuja plicata*) seedlings. *Tree Physiology*, Victoria, v. 22, n. 6, p. 363-371, 2002.
- SÁ, M. E. Importância da adubação na qualidade de sementes. In: SÁ, M. E.; BUZETTI, S. (Coords.). *Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas*. São Paulo: Ícone, 1994. p. 65.
- SORATTO, R. P.; CARVALHO, M. A. C.; ARF, O. Teor de clorofila e produtividade do feijoeiro em razão da adubação nitrogenada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 39, n. 9, p. 895-901, 2004.
- TEIXEIRA, I. R. et al. Teores de nutrientes e qualidade fisiológica de sementes de feijão em resposta à adubação foliar com manganês e zinco. *Bragantia*, Campinas, v. 64, n. 1, p. 83-88, 2005.
- VÁLIO, I. F. M. Auxinas. In: FERRI, M. G. *Fisiologia Vegetal 2*. São Paulo: E.P.U., 1979. p. 39-79.
- ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. *Sistema de análise estatística para microcomputadores - Sanest*. Pelotas: UFPel, 1986.
- YEMM, E. M.; COCKING, E. C. Estimation of amino acids by ninhydrin. *Analyst*, London, v. 80, n. 1, p. 209-213, 1955.