

“Júlio de Mesquita Filho”

Faculdade de Engenharia - Campus de Ilha Solteira

Pós - Graduação em Agronomia - Especialidade: Sistemas de Produção

Efeito do Zn e N no conteúdo de  
aminoácidos, proteína e carboidratos  
dos grãos de ervilha (*Pisum sativum* L.),  
cultivar Utrillo.

ELIANA DUARTE CARDOSO  
**Engenheira Agrônoma**

Ilha Solteira - SP

Julho - 2006

“Júlio de Mesquita Filho”

Faculdade de Engenharia – Campus de Ilha Solteira

Pós – Graduação em Agronomia - Especialidade: Sistemas de Produção

Efeito do Zn e N no conteúdo de  
aminoácidos, proteína e carboidratos  
dos grãos de ervilha (*Pisum sativum* L.),  
cultivar Utrillo.

Eliana Duarte Cardoso  
**Engenheira Agrônoma**

**Orientadora:** Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Kuniko Iwamoto Haga

**Dissertação apresentada à  
Faculdade de Engenharia, Unesp  
- Campus de Ilha Solteira, para  
obtenção do título de Mestre em  
Agronomia – Especialidade:  
Sistemas de Produção.**

Ilha Solteira – SP

Julho – 2006

## FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação/Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP - Ilha Solteira.

C268e Cardoso, Eliana Duarte  
Efeito do Zn e N no conteúdo de aminoácidos, proteína e carboidratos dos grãos de ervilha (*Pisum sativum* L.), cultivar Utrillo / Eliana Duarte Cardoso. - Ilha Solteira : [s.n.], 2006  
42 p. il. (algumas color.)

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de concentração: Sistemas de Produção, 2006

Orientador: Kuniko Iwamoto Haga  
Bibliografia: p. 36-42

1. Ervilha. 2. Fisiologia. 3. Plantas – Efeito do nitrogênio. 4. Plantas – Efeito do zinco.  
5. Leguminosa de grão. 6. Sementes – Qualidade.



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA**

### **CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO:** Efeito do Zn e N no conteúdo de aminoácidos, proteína e carboidratos dos grãos de ervilha (*Pisum sativum* L.), cultivar Utrillo.

**AUTORA:** ELIANA DUARTE CARDOSO  
**ORIENTADORA:** Profa. Dra. KUNIKO IWAMOTO HAGA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em AGRONOMIA pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. KUNIKO IWAMOTO HAGA  
Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Profa. Dra. ELIZABETH ORIKA ONO  
Departamento de Botânica / Instituto de Biociências de Botucatu

Prof. Dr. GUILHERME JOSÉ GONÇALVES PEREIRA  
Departamento de Ciências Naturais / Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Data da realização: 28 de julho de 2006.

Presidente da Comissão Examinadora  
Profa. Dra. KUNIKO IWAMOTO HAGA

## *Ofereço*

*A Deus e aos meus pais e*

*Wilson Alves Cardoso*

*Aparecida Duarte Cardoso*

## *Minha homenagem e eterna gratidão*

*A todos os meus ex-professores, especialmente aqueles mediadores da minha formação em Agronomia, da Faculdade de Engenharia, Unesp – Campus de Ilha Solteira.*

## *Dedico*

*Aos meus irmãos:*

*Reinaldo Ap. Duarte Cardoso*

*Cristiane Duarte Cardoso*

*Ao meu sobrinho:*

*Luiz Gabriel Cardoso Novaes*

*Ao meu namorado:*

*Carlos Eduardo L. de F. Oliveira*

## *Agradecimentos Especiais*

*A Deus, pela minha vida e por tantas oportunidades que tem me proporcionado;*

*A professora Dr<sup>a</sup>. Kuniço Iwamoto Haga pela orientação acadêmica dedicada nos últimos anos que trabalhamos juntas, demonstrando-me seu profissionalismo, competência, humildade, confiança e companheirismo e a quem considero como uma amiga e um exemplo de vida;*

*Aos meus pais, irmãos e sobrinho pela dedicação, apoio, compreensão e auxílio que me fortalecem a cada dia e que me fazem querer ir sempre mais longe e ao meu querido amor, Carlos Eduardo, pela dedicação, carinho, companheirismo e pelo incentivo, ajudando-me a concluir mais esta etapa de minha vida;*

*Aos meus cunhados Maria de S. Monteverde, Luiz Henrique Novaes, Tháisa L. F. Oliveira e Roberto L. F. Oliveira; meu sogro Osni de F. Oliveira e minha sogra Cleiva Maria L. de F. Oliveira e meus queridos amigos Walkyria Lima, Fabiana Taíra, Ludmila T.D. Martins, Bruno P. Lima e Joseane Moreira, pelas palavras de otimismo, incentivo, companheirismo e valiosa amizade;*

*Aos professores Drs. Marco Estáquio de Sá e Walter Veriano Valério Filho, pelas sugestões, pela atenção e principalmente pela amizade dedicada;*

*A técnica Circélia dos Santos Pereira de Souza Caetano, pelo apoio técnico, pela amizade, companheirismo, atenção e paciência em todos esses anos de trabalho.*

## *Agradecimentos*

*Ao professor Dr. Guilherme José Gonçalves Pereira e professora Dr<sup>a</sup>. Elizabeth Orika Ono pela participação na avaliação deste trabalho, contribuindo amplamente para torná-lo mais completo, através de suas sugestões e críticas.*

*Aos técnicos André Luiz da Silva, Valdivino dos Santos, Sidival Antunes de Carvalho, Juarez do Santos, João Augusto da Paixão, Selma Maria Buzetti de Moraes, Adelaide Aparecida Buzetti de Sá, Vera Lúcia Menezes de Castro Andrade, Alexandre Marques da Silva, Antonia Gomes Cambuim, Cristiane Gabas Negrão Milan de Sousa e Meiri Sayuri Nishida Máximo da Cruz pelos valiosos auxílios e amizade durante o período de realização do trabalho de mestrado.*

*Aos colegas de Graduação, Mestrado e Doutorado Engenheiros Agrônomos Alexander Seleguini, Mércia I. B. Celoto, Fernabdo Celoto, Débora C.de Oliveira, Andréia C. P. Rodrigues, Luciane A. de Paula, Martha Nascimento, Flávio F. da S. Binotti, Francisco G. G. Junior, Aquinaldo J. F. Leal, Talles Eduardo dos Santos, Rafael Simões Gonçalves, Nilton de Souza Romero, Leandro Del Grossi, Marcio Lustosa, Rienni Queiroz, José Eduardo Guilhaumon, José Guilherme Guilhaumon, Ederson Gustavo Sete, Maximilian Peruchi, Adriano Maller, Daniela Canuto, Edson Blecha, Eduardo Urbonas, Juscelino Haruo, Washington Massao e Maurício Rotundo, pelo auxílio e amizade durante os tempos bons e difíceis e na condução do trabalho.*

*Aos funcionários da Fazenda de Ensino e Pesquisa, da Seção de Pós-Graduação e aos bibliotecários pela dedicação e atenção dispensadas.*

*A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela bolsa concedida.*

*A Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” pela oportunidade.*

*Enfim, agradeço a todos que nestes 1,5 anos me ajudaram a ser hoje uma pessoa melhor em todos os aspectos e aqueles que até neste momento não foram lembrados, porém jamais esquecidos.*

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b><i>i</i></b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b><i>ii</i></b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>01</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>02</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>03</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>05</b>
2.1. Ervilha.....	05
2.2. Zinco.....	09
2.3. Nitrogênio.....	11
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>14</b>
3.1. Local.....	14
3.2. Material Biológico.....	15
3.3. Implantação do experimento.....	16
3.4. Tratamentos.....	16
3.5. Delineamento experimental.....	16
3.6. Avaliações.....	17
3.6.1. Extração Proteína solúvel total.....	17
3.6.2. Extração aminoácidos e carboidratos.....	18
3.6.3. Avaliação de Produção.....	19
3.6.4. Avaliação do teor de nitrogênio e teor de zinco.....	19
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>20</b>
4.1. Avaliação dos grãos.....	22
4.2. Avaliação das sementes.....	28
4.3. Avaliação da Produção.....	33
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>35</b>
<b>6. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>36</b>



## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1a** - Resultado da análise de fertilidade do solo da área experimental na camada de 0 a 0,2m. Ilha Solteira (SP), 2006..... 14
- Tabela 1b** - Resultado da análise de fertilidade do solo (micronutrientes) da área experimental na camada de 0 a 0,2m. Ilha Solteira (SP), 2006. .... 15
- Tabela 2.** Teste F para Proteína, Aminoácido, Açúcar livre, Amido e Polissacarídeos solúveis em água (WSP), em grãos de ervilha, cultivar Utrillo, cultivadas sob quatro doses de N e quatro doses de Zn em área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP, Campus de Ilha Solteira (SP) no ano de 2005. .... 24
- Tabela 3.** Teste F para Proteína, Aminoácido, Açúcar livre, Amido e Polissacarídeos solúveis em água (WSP), em sementes de ervilha, cultivar Utrillo, cultivadas sob quatro doses de N e quatro doses de Zn em área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP, Campus de Ilha Solteira (SP) no ano de 2005. .... 29
- Tabela 4.** Teste F para Produção de vagens e grãos de ervilha, cultivar Utrillo, cultivadas sob quatro doses de N e quatro doses de Zn em área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP, Campus de Ilha Solteira (SP) no ano de 2005. .... 33

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Dados de temperatura máxima e mínima (°C) e precipitação pluvial da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP, durante a condução do experimento.....15
- Figura 2.** Teor de Nitrogênio nas folhas, nos grão e nas sementes de ervilha, cultivar Utrillo. Departamento de Biologia e Zootecnia, UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira (SP), 2005. .... 21
- Figura 3.** Teor de Zinco nas folhas, nos grão e nas sementes de ervilha, cultivar Utrillo. Departamento de Biologia e Zootecnia, UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira (SP), 2005. .... 22
- Figura 4.** Teor de Clorofila em grãos de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco. Departamento de Biologia e Zootecnia, UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira (SP), 2005. .... 23
- Figura 5.** Teor de proteína em grão de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco. Departamento de Biologia e Zootecnia, UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira (SP), 2005. .... 25
- Figura 6.** Teor de Aminoácidos Livres em grão de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco. Departamento de Biologia e Zootecnia, UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira (SP), 2005. . 26
- Figura 7.** Teor de Açúcar Livre em grão de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco. Departamento de Biologia e Zootecnia, UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira (SP), 2005. .... 26
- Figura 8.** Teor de Amido em grão de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco. Departamento de Biologia e Zootecnia, UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira (SP), 2005 ..... 27
- Figura 9.** Teor de WSP em grão de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco. Departamento de Biologia e Zootecnia, UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira (SP), 2005. ....28

<b>Figura 10.</b> Teor de proteína em semente de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco. Departamento de Biologia e Zootecnia, UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira (SP), 2005. ....	29
<b>Figura 11.</b> Teor de Aminoácidos em semente de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco. Departamento de Biologia e Zootecnia, UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira (SP), 2005. ....	30
<b>Figura 12.</b> Teor de Açúcar livre em sementes de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco. Departamento de Biologia e Zootecnia, UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira (SP), 2005. ....	31
<b>Figura 13.</b> Teor de Amido em sementes de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco. Departamento de Biologia e Zootecnia, UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira (SP), 2005. ....	32
<b>Figura 14.</b> Teor de WSP em sementes de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco. Departamento de Biologia e Zootecnia, UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira (SP), 2005. ....	32
<b>Figura 15a.</b> Produção de vagens de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco. Departamento de Biologia e Zootecnia, UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira (SP), 2005. ....	34
<b>Figura 15b.</b> Produção de grãos de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco. Departamento de Biologia e Zootecnia, UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira (SP), 2005. ....	34

## **Efeito do Zn e N no conteúdo de aminoácidos, proteína e carboidratos dos grãos de ervilha (*Pisum sativum* L.), cultivar Utrillo.**

**Autor:** ELIANA DUARTE CARDOSO

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Kuniko Iwamoto Haga

### **RESUMO**

Características fisiológicas da semente e de grãos podem determinar a qualidade das mesmas e a qualidade pode estar relacionada com o manejo da cultura, tais como a disponibilidade de água, nutrientes, controle de pragas e doenças. Dentre os nutrientes, o nitrogênio é um dos fatores importantes na produtividade e o zinco está envolvido em processos bioquímicos que são essenciais para o crescimento e desenvolvimento da planta. O cultivo da ervilha nos cerrados vem ganhando espaço e tem sido uma boa opção para o plantio na entressafra, sob regime de irrigação. O experimento foi conduzido na FEP/FE/UNESP – Campus de Ilha Solteira e o delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 4 (doses de nitrogênio x doses de zinco), com três repetições. O trabalho objetivou avaliar o efeito do N e Zn no conteúdo de proteínas, aminoácidos, açúcar livre, amido e polissacarídeos solúveis em água (WSP) nos grãos e sementes de ervilha, cultivar Utrillo, cultivadas em solo de cerrado. Os resultados obtidos permitem verificar que há interação entre a adubação nitrogenada e zinco no conteúdo das reservas dos grãos e de sementes, sendo que o teor de açúcar livre nos grãos verdes apresenta incremento linear com o aumento da dose de N entre 60 e 240 kg ha<sup>-1</sup>. A análise dos dados mostra ainda que, o teor de clorofila nos grãos verdes aumenta com as doses crescentes de Zn e N. Verifica-se também, que não houve efeito do Zn e do N na produção.

Palavras-chave: *Pisum sativum*, nitrogênio, zinco, crescimento vegetal, qualidade de sementes.

## **Effect of the zinc and nitrogen in the content of amino acids, protein and carbohydrates of the pea grains (*Pisum sativum* L.), cv Utrillo**

**Author:** ELIANA DUARTE CARDOSO

**Adviser:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Kuniko Iwamoto Haga

### **ABSTRACT**

The physiological characteristics of the seed and grains can be determine the quality of the same ones and, the quality can be related with the handling of the culture, such as the available of water, nutrients, control of curses and disease. The nitrogen is one important nutrient and it is a very important factor on the productivity and the zinc is involved in biochemical processes that are essential for the growth and development of the plant. The cultivation of the pea in the cerrado is enhanced and it has been a good option for the planting in the time between harvests, under irrigation management. This experiment was realized in FEP/FE/UNESP - Campus de Ilha Solteira and the experimental design used was the random blocks in the factorial design 4 x 4 (dose of nitrogen x dose of zinc), with three repetitions. The work aimed at to evaluate effect of N and Zn in the protein content, amino acid, free sugar, starch and soluble polysaccharides in water (WSP) in the grains and pea seeds, to cultivate Utrillo, cultivated in cerrado soil. The obtained results allow to verify that there is interaction between the nitrogen fertilization and zinc in the content of the reservations of the grains and of seeds, and the content of free sugar in the green grains presents linear increment with the increase of the dose of N between 60 and 240 kg/ha. The analysis of the date display although, the chlorophyll content, in the green grain, increases with the growing doses of Zn and N. Also verifies, that there was not effect of Zn and of N in the production.

Key words: *Pisum Sativum*, nitrogen, zinc, plant growth, quality of seed

## 1. INTRODUÇÃO

As leguminosas de grãos constituem a principal fonte de proteína na dieta humana em muitas partes do mundo tropical, subtropical e temperado. No Brasil, quatro espécies de leguminosas de grão são importantes na alimentação da população: o feijão, o caupi, o amendoim e o feijão-fava. Mais recentemente, têm aumentando a importância das leguminosas de inverno (lentilha, grão-de-bico e ervilha), como opção na mesa do brasileiro, as quais são pouco consumidas no Brasil e na maioria são importadas (EMBRAPA, 2002).

A ervilha é destinada à produção de vagens comestíveis, grãos verdes e secos e em 2005 a área semeada com ervilhas foi mais de 6,5 milhões de hectares, sendo o Canadá o maior produtor (FAO, 2006). No Brasil, a área de cultivo com ervilhas é significativa no extremo sul, sendo também disseminada na região centro-sul (FILGUEIRA, 1981).

Para Mengel e Kirkby (1987) um padrão característico da vida é a capacidade de células vivas absorverem substâncias do ambiente e usá-las para a síntese de componentes de sua própria célula ou como fonte de energia. O suprimento e a absorção de compostos químicos necessários para o crescimento e metabolismo são definidos como nutrição e os compostos químicos requeridos por um organismo são denominados nutrientes. Assim, nutrição e metabolismo são muito inter-relacionados. Os nutrientes são fundamentais para o crescimento e desenvolvimento das plantas e segundo Sá (1994), os mesmos são importantes na formação das sementes, principalmente no que diz respeito à constituição das membranas e acúmulo de carboidratos, lipídios e proteínas. As funções de ativação enzimática, síntese, transferência de energia e regulação hormonal são características fundamentais do aspecto de

formação, desenvolvimento e maturação das sementes e, assim, tanto micro como macronutrientes apresentam importância similar nesses eventos. O mesmo autor afirma que 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 deve-se ao fato dos nutrientes serem necessários às formações e ao desenvolvimento de novos órgãos e também, para a formação de materiais de reserva que ali serão armazenados.

O nitrogênio é um dos componentes mais importantes para a célula viva, participando das funções mais centrais das plantas. Uma deficiência leve de N poderá causar restrição no crescimento da planta, mas geralmente se for mais sutil só poderá ser percebido através da comparação com plantas que tenham um adequado suplemento de N (PAIM, 2006). Ele é constituinte de moléculas de proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos e citocromo, além de sua importante função como integrante da molécula da clorofila, conforme dados de Neptune et al. (1982).

O zinco na planta participa da síntese do triptofano, que por sua vez é um precursor na síntese de substâncias que atuam no crescimento da planta (auxinas). É importante também na formação dos órgãos reprodutivos, ou seja, na formação das flores e grãos de pólen. Em condições de deficiência de zinco verificam-se distúrbios fisiológicos que resultam em acentuados reflexos negativos na produção (FAHL, 2005). Segundo Teixeira et al. (2005) o zinco também é determinante ou integrante de diversos processos, tais como 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 das sementes.

É fato a necessidade de produção cada vez maior de alimentos para atender a demanda da população e, para tanto, a ocupação de novas áreas de cultivo, como o Cerrado Brasileiro, tem sido inevitáveis. Os solos de cerrado, naturalmente são de baixa fertilidade, razão pelas quais vem sendo desenvolvidos vários estudos voltados à correção dos mesmos, para a ocupação das mais variadas culturas. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de adubações nitrogenadas em cobertura e adubação foliar com zinco na produção e qualidade dos grãos de ervilhas grãos verdes (*Pisum sativum* L.), cultivar Utrillo, cultivadas em solo de cerrado.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Ervilha

A ervilha (*Pisum sativum* L.) é originária do Oriente Próximo, Continente Europeu e parte da Ásia. Pertence à família *Fabaceae* (Leguminosas) e pode ser consumida na forma de grãos secos, verdes e ainda na forma de vagem, cujo sabor é adocicado e muito apreciado em todo o mundo para consumo na forma cozida (FILGUEIRA, 1981; HORTA LIMPA, 2002). Filgueira (1981) afirma que a planta é semelhante a da vagem, porém provida de gavinhas e os folíolos são oviformes ou elípticos. O hábito de crescimento é determinado (produção de grãos) ou indeterminado (vagens comestíveis). Há uma ampla variação no porte da planta, que pode ser alto (mais de 100 cm), médio (50 a 100 cm) e baixo (25 a 50 cm).

É uma leguminosa fácil de cultivar, pois possui ciclo de vida curto. Sua polinização pode ser controlada e apresenta 7 características bem definidas: cor da flor (violeta ou branca), cor da semente (amarela ou verde), textura da semente (lisa ou rugosa), cor da vagem (amarela ou verde), forma da vagem (inflada ou com constrições), disposição das flores e vagens (axial ou terminal) e comprimento do caule (padrão ou anão) (BIOLOGIA NA WEB, 2002).

O cultivo de ervilhas no Brasil apresenta uma produtividade de cerca de 2000 kg.ha<sup>-1</sup> e segundo a Rural Net (2002), a produtividade é de 9 a 10 toneladas quando se trata de vagens verdes. Os grãos de ervilha são ricos em proteínas, contendo cerca de 22% da mesma. Em sua composição encontram-se ainda vitamina A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> e vitamina C. Seu valor nutritivo varia conforme os tipos de ervilha encontrados no mercado, mas de um modo geral, elas



oferecem sais minerais como Cálcio, Fósforo, Ferro, Enxofre, Potássio e Cobre. Como tem poucas calorias é recomendada para qualquer tipo de dieta alimentar e para pessoas de todas as idades (RURAL NEWS, 2002). Cem gramas de ervilha em grão fornecem 343 calorias, ao passo que cem gramas de ervilha em conserva fornecem 66 calorias (EMBRAPA, 2002).

Devido à sua origem européia e asiática o cultivo da ervilha é, em princípio, recomendado para climas temperados mais frios que a média brasileira. Adaptou-se muito bem à região Sul e em outras regiões do Brasil, como na região Centro-Oeste em condições de cerrado; região na qual a adaptação foi tão boa que apresenta uma produtividade maior que em qualquer região do País (RURAL NEWS, 2002).

O cultivo da ervilha no Cerrado tem sido uma boa opção para o plantio na entressafra (que corresponde de abril a setembro), sob regime de irrigação (EMBRAPA, 2002). É uma leguminosa com características altamente nutritivas, sendo amplamente utilizada na alimentação humana, como forragem para animais e na produção de silagem (FIGUERÊDO, 2006).

Na Embrapa Trigo as pesquisas com essa leguminosa tiveram início a alguns anos. Uma das vantagens do cultivo de ervilhas é a alternativa para a geração de renda extra no inverno aproveitando mão-de-obra e maquinário. Além disso, a ervilha, sendo uma leguminosa, quebra o ciclo das doenças das gramíneas, como trigo, cevadas e triticales, e ainda incorpora nitrogênio, contribuindo para a melhoria da fertilidade do solo (SAVOLD, 2000, citado por EMBRAPA, 2002).

Segundo EMBRAPA (2002), a produção de ervilhas pode substituir a importação de matéria-prima para o fabrico de ração animal. Estudos de pesquisadores que analisaram cinco safras: de 1994 a 1998 indicaram que esta cultura tem menores riscos e retorno mais rápido do capital investido. As principais micro-regiões produtoras são Paranapiacaba, com mais da metade do volume produzido em São Paulo e Grande São Paulo. Os municípios maiores produtores são Ibiúna, Cotia e Piedade.

Na região Centro-Oeste os estados que concentram a maior área cultivada são Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Também encontramos grandes áreas plantadas em Goiás e no estado de Minas Gerais, além da região sul (EMBRAPA, 2002).

Os cultivares visando ao uso como grãos verdes, para enlatamento, congelamento ou consumo imediato, geralmente possuem sementes rugosas e teor de açúcares mais elevado que as cultivares de grãos lisos. No triângulo mineiro, após a retirada de 5 t de grãos verdes para enlatamento, restaram 31 t de matéria verde utilizadas para alimentação animal. Os grãos frescos ou congelados de ervilha verde têm sido comercializados a valores

entre R\$ 5,00 e R\$ 10,00 o quilograma em Passo Fundo, RS. A produção local de ervilha poderá substituir a ervilha congelada importada (TOMM et al., 2005).

Segundo Peres et al. (1989), citado por Vieira et al. (2002), o cultivo da ervilha em diversas regiões do Brasil, tornou-se uma alternativa economicamente viável a partir dos estudos de manejo e seleção de cultivares realizados pela Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças. As várzeas da região sul de Minas Gerais, por se situarem em região de clima ameno, são propícias ao cultivo dessa leguminosa e proporcionam grandes produtividades quando irrigadas (REIS, 1989, citado por VIEIRA et al., 2002). Essa região possui um potencial de 200.000 ha de várzeas irrigáveis, que têm sido utilizadas, principalmente, na época das águas para o cultivo de arroz inundado. Essas áreas, devidamente manejadas no período da seca, oferecem possibilidades de diversificação de culturas com até duas ou mais colheitas anuais, como o cultivo de feijão, trigo e ervilha, o que possibilitaria a maximização da exploração dessas várzeas (AZEVEDO et al., 2002).

A época mais adequada de semeadura dessa leguminosa é um componente importante da tecnologia e não envolve custos adicionais para a sua adoção, com componentes tecnológicos. Geralmente, a ervilha é cultivada em regiões de clima temperado, mas ela também pode ser explorada nos trópicos, quando a altitude compensa a latitude desfavorável. É bastante tolerante a baixas temperaturas, mas pode ser prejudicada por geadas, principalmente na fase de florescimento e de formação de vagens (REIS, 1989, citado por VIEIRA et al., 2002). Exige, portanto, temperaturas amenas durante seu ciclo e o plantio deve ocorrer a partir do mês de abril, estendendo-se até o final de maio e em julho, na região Sul, devido às baixas temperaturas (RURAL NEWS, 2002). Temperaturas elevadas também podem prejudicar a qualidade dos grãos por favorecerem a transformação dos açúcares em amido. De modo geral, a umidade relativa do ar não afeta diretamente o rendimento de grãos da ervilha (REIS, 1989, citado por VIEIRA et al., 2002).

As sementes são colocadas em sulcos de 5cm de profundidade, com um espaçamento entre as plantas que pode variar, de acordo com o porte da cultivar escolhida. Para a semeadura mecanizada, o espaçamento mínimo deve ser de 20x5cm (RURAL NEWS, 2002). O espaçamento entre fileiras mais utilizado é de 17 a 20 cm, com 90 a 120 plantas/m<sup>2</sup> e com plantio no outono-inverno (abril ou maio) (AGRIDATA, 2002).

A germinação ocorre em temperaturas que vão desde 5 até 25°C, com melhores resultados na faixa de 14 a 17 ou 18°C. Apesar da ervilha ser mais bem adaptada ao clima frio, não suportam geadas devendo, desta forma, serem evitadas em regiões mais sujeitas a este evento (RURAL NET, 2002).

Ervilha é uma cultura que requer pouca chuva e os melhores solos para seu plantio são os argilo-arenosos, férteis, com pH entre 5,9 e 6,8 e que apresentem uma boa aeração e sejam drenados. Os tratos culturais necessários são as capinas regulares, cuidados com pragas e doenças e a utilização de estaqueamento, no caso de cultivares de maior porte. Devem receber maior quantidade de água na fase de germinação, florescimento e na fase de enchimento do grão e menor quantidade nas outras fases (RURAL NEWS, 2002).

As doenças observadas na ervilha são o Mosaico da ervilha (Pea seed - borne mosaic vírus); Vagem marrom (Tospovírus); Crestamento bacteriano (*Pseudomonas syringae* p.v. *pisi*); Mildio (*Peronospora viciae*) (STANGARLIN, 1997); Podridão-do-colo (*Rhizoctonia solani*); Oídio (*Erysiphe pisi*); Ascoquitore ou Mancha de Ascochyta (*Ascochyta pisi*); Podridão de Esclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*) (AGRIDATA, 2002).

As pragas mais comuns são Lagarta-das-vagens (*Heliothis virescens*); Percevejos (*Nezara viridula* e *Piezodorus guildinii*) e Trips (AGRIDATA, 2002).

Um dos passos mais importantes para o manejo das irrigações é saber quando essa atividade deverá ser iniciada e segundo Figueiredo (2006), logo após a semeadura devem-se fazer três irrigações de aproximadamente 17 mm cada uma, com intervalo de dois dias seguidos aos do plantio, totalizando 50 mm de água nessa fase. A finalidade desse parcelamento é evitar a erosão do solo e permitir boas condições de umidade para a germinação. Para ervilhas de ciclo curto (70 a 80 dias), de 200 a 400 mm e para as de ciclo longo (110 dias), a aplicação de 400 a 500 mm de água parcelada será suficiente para atender as necessidades hídricas da cultura. Sendo o período crítico a fase do florescimento ao enchimento de grãos, fase de maior consumo de água pela planta e, particularmente, sensível ao déficit hídrico, devendo-se aplicar maior quantidade da mesma (AGRIDATA, 2002; FIGUEIREDO, 2006).

A suspensão da irrigação ocorre quando se verifica que o enchimento de grãos está completo (aproximadamente 85 dias após o plantio), ou seja, início da maturação. A prática da irrigação isoladamente não garantirá alta produtividade, exigindo cuidados no que se refere aos tratos culturais como doenças e pragas (FIGUEIREDO, 2006).

A adubação deve ser realizada conforme análise do solo, priorizando a adubação fosfatada: 40-80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (RURAL NEWS, 2002). De acordo com a análise de solo deve-se elevar o índice de saturação por bases para 70%, quando o valor indicado pela análise for inferior a 60%, de acordo com o Raij (1997). O teor mínimo de magnésio no solo deve ser de 8 mmolc/dm<sup>3</sup>. A adubação de plantio sugerida é de 3 kg ha<sup>-1</sup> de Zn e 1 kg ha<sup>-1</sup> de B e em solos deficientes. Em cobertura, aplicar 120 kg ha<sup>-1</sup> de N e 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O,

parcelando em duas vezes, aos 20 e 40 dias após a emergência das plântulas. Dispensar a adubação de plantio se a cultura suceder outras normalmente bem adubadas, como as de tomate e batatinha; entretanto, a adubação de cobertura deve ser mantida (RURAL NET, 2002).

Na produção de vagens a colheita deve ser feita a partir de 65 dias após a semeadura, quando as ervilhas ainda não estão maduras (EMBRAPA, 2002). A vagem deve ser colhida tenra, com grãos imaturos, alcançando 12 a 14 cm de comprimento e 3 cm de largura; a colheita dura cerca de 15 dias (RURAL NET, 2002) ou mais em pelo menos duas etapas. Por outro lado, quando a colheita é mecânica os grãos devem atingir cerca de 13-14% de umidade (AGRIDATA, 2002).

## 2.2. Zinco

Estudos conduzidos pela FAO mostram que 30% dos solos cultivados no mundo são deficientes em zinco, conforme relata Kochian (2000). A disponibilidade é afetada pelo pH e a elevação do pH (calagem do solo) pode induzir sua deficiência (RAIJ, 1991, citado por MANARIM, 2005). O zinco é um nutriente absorvido na forma de  $Zn^{2+}$  e a absorção radicular ou foliar se dá ativamente. É um elemento pouco móvel na planta e sua deficiência pode ser visualmente constatada pelo encurtamento dos internódios, clorose em folhas novas, deformação nas folhas (a chamada “folha pequena”), sendo este um sintoma típico e que pode ser usado para diferenciar da deficiência de ferro. Em Algumas espécies (milho, sorgo e feijoeiro) as folhas velhas podem tornar-se cloróticas entre as nervuras e então desenvolver manchas necróticas brancas (TAIZ e ZEIGER, 2004). Até recentemente o zinco era pouco estudado, porém em função da importância do mesmo em atividades biológicas, como na regulação da transcrição de proteínas (KOCHIAN, 2000) entre outros, tem aumentado pesquisas com este nutriente.

Sabe-se também que várias enzimas envolvidas no metabolismo de carboidratos e síntese de proteínas em plantas são ativadas pelo zinco, incluindo muitas desidrogenases (BLEVINS, 1994). O zinco está envolvido ainda em uma intrigante associação com o metabolismo de auxina (SKOOG, 1940 citado por BLEVINS 1994; ALLOWAY, 2004), principalmente do ácido indolilacético (IAA), hormônio responsável pelo crescimento das plantas (MALTA et al., 2002), mas a natureza da associação permanece pouco clara, principalmente porque o papel da auxina sintética não está claro em plantas superiores

(ALLOWAY, 2004). Malta et al. (2002) afirmam que o zinco seja necessário para a síntese do triptofano, aminoácido precursor do IAA. Quando o triptofano é fornecido ao ápice de coleóptiles, rapidamente é metabolizado em IAA. Algumas plantas deficientes em zinco apresentam concentrações muito baixas de IAA, podendo ter seu crescimento reativado pela aplicação de triptofano ou IAA.

Segundo Alloway (2004) e Mafra et al. (2004), em plantas o zinco tem papel fundamental como um componente estrutural ou co-fator regulador de uma gama de enzimas envolvidas em muitos caminhos bioquímicos importantes e estes estão, principalmente relacionados com o metabolismo de carboidratos, na fotossíntese e na conversão de açúcares; no metabolismo de proteínas; formação de pólen; manutenção da integridade de membranas e a resistência a infecção a certos patógenos. Quanto à formação de proteínas, Ramaiah et al. (1964) observaram que os teores de proteínas formadas em folhas de cafeeiro com deficiência em zinco foram menores que folhas normais. Segundo Cakmak et al. (2006), em feijão o crescimento das plantas foi reduzido severamente quando cultivadas sob deficiência de zinco e as concentrações de proteína solúvel e clorofila diminuíram, visto que as concentrações de aminoácidos aumentaram severamente. Os autores afirmam ainda que em plantas deficientes em zinco, o nível de IAA nas folhas jovens diminuí aproximadamente 50%, quando comparadas àquelas com teor adequado de zinco.

O zinco é essencial para o crescimento saudável, normal e reprodução de plantas, animais e humanos e quando o zinco disponível é inadequado, os rendimentos na colheita são reduzidos e a qualidade dos produtos colhidos freqüentemente são prejudicados. Em folhas o nível crítico de Zn está entre 15 e 20 mg kg<sup>-1</sup> de massa seca. As espécies se diferenciam na sensibilidade à deficiência de Zn, sendo que o milho (*Zea mays* L.) e o algodão (*Gossipium hirsutum*), são mais sensíveis que, por exemplo, o trigo (*Triticum aestivum*) e a aveia (*Avena* sp.) (MANARIM, 2005).

Segundo Fahl (2005), a prevenção ou a correção da deficiência de zinco na planta pode ser feita através da aplicação de compostos de zinco (sulfato, cloreto, óxido, etc.), por via foliar ou no solo. A aplicação de zinco no solo, apesar de consumir maior quantidade (6 a 15 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de zinco por ano), mantém uma disponibilidade contínua desse elemento para a planta durante todo o ciclo produtivo e em adição, apresenta a vantagem de requerer menor número de aplicações por ano.

### 2.3. Nitrogênio

Os diferentes carboidratos gerados na fotossíntese juntamente com o  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$  e outros sais inorgânicos absorvidos do solo são matérias primas para a biossíntese de uma gama enorme de moléculas orgânicas essenciais (aminoácidos, lipídios, pigmentos, celulose, proteínas, ácidos nucleicos, hormônios, etc) que irão compor a estrutura e o metabolismo, resultando no crescimento e no desenvolvimento dos organismos fotossintetizantes. Em condições naturais, não há etapa bioquímica da fotossíntese, ou seja, assimilação de  $\text{CO}_2$  sem a presença de luz. Além da necessidade de ATP e NADPH para realização das reações enzimáticas, a luz é fundamental para a ativação de enzimas centrais do ciclo de redução de  $\text{CO}_2$  (MAJEROWICZ, 2004).

As plantas contêm 2 a 4% de nitrogênio (N) na massa da matéria seca (MENGEL & KIRKBY, 1987) e é absorvido como  $\text{NO}_3^-$  ou  $\text{NH}_4^+$  e em proporção bem menor como uréia ( $\text{NH}_2\text{CO}(\text{NH}_2)$ ). Nos sistemas naturais as fontes de N são provenientes da mineralização de N orgânico pela decomposição microbiana de resíduos de plantas e animais no solo liberando nitrogênio nas formas de nitrato e amônia, as quais podem ser absorvidas da solução do solo.

Mesmo sendo a atmosfera constituída na maior parte de  $\text{N}_2$ , esta fonte de N não está disponível para as plantas sem a conversão catalítica para o N mineral ( $\text{NH}_4^+$ ) por microorganismos altamente especificados. Alguns destes microorganismos vivem em associações com plantas, principalmente leguminosas, em relações simbióticas, enquanto outros organismos não simbiotes fixam  $\text{N}_2$ , o qual é liberado na forma de mineral somente através da decomposição da biomassa dos micróbios após sua morte. Precipitação também se constitui em entrada de N, que ocorre na forma de nitrato ou amônia, embora esta última seja em menor quantidade. Sistemas agrícolas, por conta de suas expectativas de uma grande produção de biomassa e da remoção de N na colheita, necessita maiores entradas do mesmo do que as propiciadas pelos sistemas naturais para serem sustentáveis. Estas entradas antrópicas incluem a adição de adubos e matéria orgânica. Trata-se basicamente de um redirecionamento de um processo natural, mas em mãos humanas significa uso de muito dos restos gerados pela agricultura e de fertilizantes sintéticos, entre eles amônia, nitrato de amônia e uréia. Estes fertilizantes têm sido propostos desde os tempos de Justus von Liebig, mas tornaram-se disponíveis apenas desde o desenvolvimento do processo de fixação sintética de nitrogênio de Haber-Bosch (PAIM, 2006). Segundo Arf (1989), a adubação mineral

nitrogenada aumenta significativamente os teores de N-NO<sub>3</sub> total das folhas e produção. Carvalho et al. (2001) afirma que a adubação nitrogenada deve ser realizada de modo a propiciar uma boa nutrição da planta na época em que ainda é possível aumentar o número de vagens/planta de feijão, isto é, até o início do florescimento.

As formas de perdas do nitrogênio são através da remoção pelas culturas, erosão, lixiviação, volatilização da amônia e desnitrificação na forma de óxidos de N e N<sub>2</sub>. Malavolta (1980) afirma que o teor de N total da camada de 0-0,20 m dos solos brasileiros cultivados, varia de 0,05 a 0,5 % de N, o que equivale de 1.000 a 10.000 kg ha<sup>-1</sup>.

A uréia é um fertilizante nitrogenado, sólido, que se apresenta na forma de grânulo branco e contém 45 % de nitrogênio. É o fertilizante sólido de maior concentração de nitrogênio e pelas suas características e reação no solo, apresenta grande potencial de perda de NH<sub>3</sub> por volatilização (KELLER e MENGEL, 1986; LARA e TRIVELIN, 1990). Essa perda do N pela hidrólise da mesma, e a volatilização da amônia, ocorre principalmente em solos úmidos e bem intemperizados (COSTA et al., 2004). Segundo Barbosa Filho et al. (2004), a presença das plantas na época da aplicação da uréia pode também reduzir as perdas por volatilização. Entretanto, são encontrados na literatura inúmeros trabalhos de pesquisa os quais apresentam resultados que mostram que a uréia em cobertura pode ser tão eficiente quanto outras fontes de nitrogênio, desde que ocorra uma precipitação ou se proceda a irrigação após a sua aplicação (KELLER e MENGEL, 1986), neste sentido, segundo BARBOSA FILHO et al. (2005a), quando há possibilidade de irrigação imediata após a adubação, pode-se formular a hipótese de que a opção pelo uso da uréia é tão eficiente em termos de rendimento de grãos quanto outras fontes de N.

As leguminosas são uma família de plantas superiores que desenvolveram uma ampla associação simbiótica. Por esta característica, facilidade de obtenção de nitrogênio, acumulam grande quantidade de proteína em seus órgãos que são utilizados como alimento protéico em toda base da cadeia alimentar, além de ser fonte de nitrogênio inorgânico para outros vegetais, pela decomposição de sua matéria orgânica. Desta forma, as leguminosas constituem uma das mais importantes famílias de plantas agrícolas, sendo uma importante fonte de proteína para as populações mais carentes do planeta; são consumidas diretamente, utilizadas na alimentação de animais domésticos, como adubo para outras culturas no processo de adubação verde ou consórcio com outras espécies (UDVARDI et al., 1992 citado por CAMARGOS, 2002).

Todos os aminoácidos contêm pelo menos um átomo de N por molécula e a maioria dos aminoácidos nas plantas são utilizados para sintetizar proteínas, as quais executa

a maior parte das funções metabólicas da célula. Além dos aminoácidos, o nitrogênio participa também dos grupos prostéticos para proteínas; dos nucleotídeos e de reações de clorofila (PAIM, 2006).



### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Local

O experimento foi realizado na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia da UNESP, Campus de Ilha Solteira; localizada no município de Selvíria, Estado de Mato Grosso do Sul, nas coordenadas Geográficas 51°22' de Longitude Oeste de Greenwich e 20°22' de latitude Sul, com altitude de 335 metros. O solo é do tipo Latossolo Vermelho-escuro epi-eutrófico álico, textura argilosa, fase relevo suave ondulado, originalmente ocupado por vegetação de cerrado. Os resultados da análise química do solo (macro e micronutrientes) estão apresentados nas Tabelas 1 e 2. Quanto ao clima, a precipitação anual está em torno de 1370 mm, a temperatura média anual ao redor de 23,5°C e a umidade relativa do ar entre 70 e 80% (CENTURION, 1981). Na Figura 1 estão apresentados os dados de temperatura máxima e mínima (°C) e precipitação pluvial (mm) durante a condução do experimento.

Tabela 1a - Resultado da análise de fertilidade do solo da área experimental na camada de 0 a 0,2m. Ilha Solteira (SP), 2006.

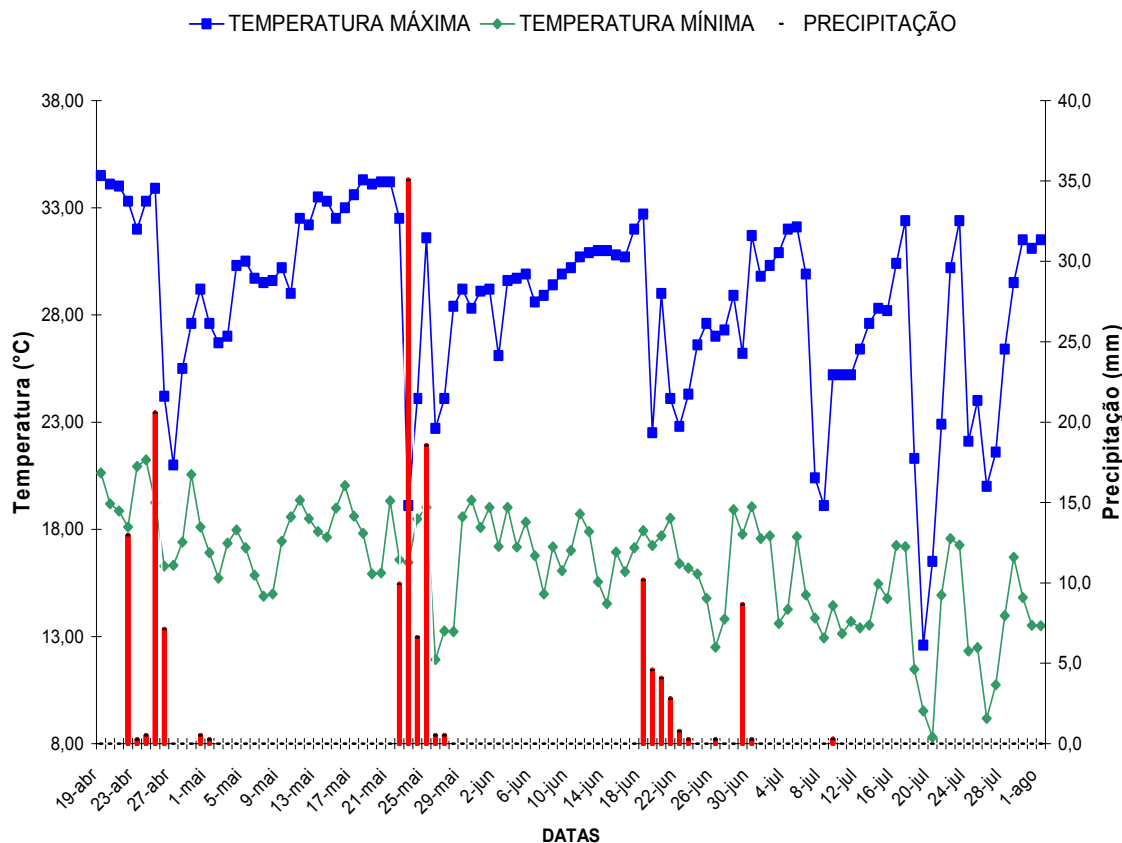
pH	M.O.	P resina	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	H+Al	Al <sup>3+</sup>	SB	CTC	V
CaCl <sub>2</sub>	g/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>				mmolc/dm <sup>3</sup>				%
4,5	22	24	16	13	3,3	40	4	32,7	72,7	45

Análise realizada pelo laboratório de Fertilidade do Solo da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira-UNESP.

Tabela 1b - Resultado da análise de fertilidade do solo (micronutrientes) da área experimental na camada de 0 a 0,2m. Ilha Solteira (SP), 2006.

Cu DTPA	Fe DTPA	Mn DTPA	Zn DTPA	B Água Quente	S - SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> )
4,4	19	25,2	1,0	0,30	14

Análise realizada pelo laboratório de Fertilidade do Solo da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira-UNESP.



**Figura 1.** Dados de temperatura máxima e mínima (°C) e precipitação pluvial (mm) da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP, durante a condução do experimento.

### 3.2. Material Biológico

O material biológico utilizado foi a ervilha grão verde (*Pisum sativum* L.), cultivar Utrillo. Trata-se de uma cultivar com excelente performance, que produz vagens e grãos graúdos, o que confere rendimento agrícola e produtos de excelente qualidade. O sabor adocicado e textura macia dos grãos de cor verde escura possibilitam um produto final de qualidade. A “Utrillo” é recomendada para plantio nos meses de abril a agosto podendo ser

plantada em regiões de clima mais frio a partir de maio, sendo destinada para comercialização “*in natura*”, com vagens ou debulhadas para congelamento.

O ciclo é de 70 a 80 dias da sementeira e a planta é vigorosa, com porte determinado e cerca de 80cm de altura, alta densidade de plantio, permitindo de 3 a 6 apanhas e não necessita de condução.

As vagens são graúdas, comprimento de 12 a 15cm, contendo de 8 a 10 grãos, apresenta facilidade de colheita, grãos com diâmetro entre 8 a 10mm, coloração verde escura, sabor adocicado, textura macia. É resistente ao *Fusarium oxysporum* f. sp. *Pisi*.

### 3.3. Implantação do experimento

O preparo do solo foi realizado no mês de abril e contou com uma aração seguida de duas gradagens, para nivelamento. A sementeira foi realizada em abril e o espaçamento adotado foi de 0,34 m entre linhas, com densidade de 12 plantas por metro. A adubação de plantio foi de 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

Durante o desenvolvimento da cultura foram realizados os tratos culturais fitossanitários normais recomendados e irrigação semanal de aproximadamente 15 mm de água aplicada, de acordo com a necessidade da cultura.

### 3.4. Tratamentos

A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada aos 30 dias após o plantio na forma de uréia nas doses de 0, 60, 120 e 240 kg de N.ha<sup>-1</sup> e o zinco foi aplicado através de pulverização foliar em solução aquosa nas doses de 0, 1.5, 3 e 6 kg de Zn ha<sup>-1</sup> aos 40 dias após a emergência. A combinação entre doses de Zn e N resultou em 16 tratamentos, com três repetições.

### 3.5. Delineamento experimental

O delineamento utilizado na área experimental foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 4 (doses de N x doses de Zn), com 3 repetições. Para a análise bioquímica dos grãos e das sementes, após a colheita, as parcelas contendo o mesmo

tratamento foram misturadas e o delineamento experimental passou a ser o inteiramente casualizado. Em laboratório foi realizada a determinação quantitativa de proteína, carboidratos e aminoácidos dos grãos e sementes de ervilha. Todos os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pela análise de regressão a 5% de probabilidade.

### **3.6. Avaliações**

Para a determinação de proteínas, aminoácidos, açúcar livre, polissacarídeos solúveis em água (WSP) e amido os grãos de ervilha foram secos em estufa com circulação forçada de ar a temperatura de 60°C, até massa constante. Para a obtenção da farinha, os grãos secos e as sementes foram moídos em moinho macro de facas tipo Wiley.

#### **3.6.1. Extração Proteína solúvel total**

Para a extração da proteína solúvel total foi utilizado o método descrito por Bielski e Turner (1966). 1 g da farinha foi utilizada para a extração da proteína; acrescentou-se à mesma 4 mL de NaOH a 0,1 N e homogeneizou-se em seguida. Esta mistura ficou por 24 horas a 10°C e, posteriormente, foi centrifugada a 1500 g por 10 minutos. A extração foi repetida por mais duas vezes, até volume total de 10 mL. O resíduo foi descartado.

Para a quantificação da proteína solúvel total, utilizou-se o método descrito por BRADFORD (1976). À alíquota de 0,1 mL do extrato obtido foram acrescentados 5 mL do reagente de Bradford e mantido em repouso, por 2 minutos, tempo necessário para se completar a reação. Depois de completada a reação e antes de 1 hora, foi realizada a leitura em espectrofotômetro a 595 nm. O reagente foi preparado a partir de 50 mg de Coomassie Brilliant G 250 que foram dissolvidos em 50 mL de Etanol a 95% (P:V), acrescentados 100 mL de Ácido Ortofosfórico a 85% (P:V) e o volume completado até 1000 mL com água destilada. O reagente foi mantido em frasco escuro à temperatura ambiente. O padrão utilizado foi Albumina Soro Bovino na faixa de 0 à 100  $\mu\text{g mL}^{-1}$  de proteína.

### 3.6.2. Extração de aminoácidos e carboidratos

A extração de aminoácidos e carboidratos foram realizadas segundo o método descrito por Bielski e Turner (1966), para a qual tomou-se 1 g de farinha de grãos de ervilha e 10 mL de MCW (metanol, clorofórmio e água, na proporção 12:5:3), que foi homogeneizado imediatamente, deixando em repouso por 24h a 10°C e centrifugando a 1500 g por 10 minutos. O sobrenadante (S1) e o resíduo (R1) foram reservados separadamente. Prosseguindo a extração, para cada 4 volumes do sobrenadante S1 foram adicionados um volume de clorofórmio e 1,5 volume de água destilada. A mistura foi centrifugada e a fase orgânica descartada. A fase aquosa (FA) obtida foi usada para a determinação do teor de aminoácidos e açúcares livres.

Para a extração de polissacarídeo solúvel em água (WSP) foram acrescentados 4 mL de ácido tricloroacético (TCA) a 10 % (w:v) ao resíduo R1 em um tubo de centrifugação, misturado e centrifugado a 1500 g por 10 minutos, obtendo o sobrenadante (S2). A extração foi repetida por mais duas vezes, até completar o volume de 10 mL de S2. O sobrenadante S2 obtido foi utilizado para dosagem de WSP e o resíduo (R2) reservado para a extração de amido.

Ao resíduo R2 foram adicionados 4 mL de ácido perclórico (PCA) a 30% (w:v) que foi homogeneizado e centrifugado a 1500 g por 10 minutos. O processo de extração foi repetido por três vezes, obtendo-se volume final de sobrenadante (S3) de 10 mL de extrato. O sobrenadante S3 foi utilizado para a determinação de amido e o resíduo foi descartado.

Análise quantitativa de aminoácido - O método de Yemn & Cocking (1955) foi utilizado para a determinação de aminoácidos. A 1 mL da FA obtida acrescentou-se 500 µL de tampão citrato + 200 µL de solução de ninhidrina 5% em Metilglicol + 1 mL de solução de KCN ( $2 \times 10^{-4}$  M). A mistura foi aquecida em banho maria a 100°C por 10 minutos, resfriada por 10 minutos em água corrente e, em seguida, completou-se o volume total para 4 mL utilizando-se álcool etílico à 60%. A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 570 nm. O padrão utilizado foi Leucina na faixa de 0 à 100 µg mL<sup>-1</sup>.

Análise quantitativa de carboidratos - Os açúcares livres, o WSP e o amido foram quantificados pelo método Fenolsulfúrico, descrito por Dubois et al. (1956). A 1 mL dos extratos obtidos adicionaram-se 1 mL de solução aquosa de fenol a 5% (w:v) e 5 mL de ácido sulfúrico concentrado. A mistura foi agitada e mantida por 15 minutos para completar a reação e esfriar. Após o resfriamento dos tubos, foi feita a leitura da absorbância em

espectrofotômetro a 490 nm. A curva padrão utilizada foi determinada com dextrose na faixa de concentração de 0 a 100  $\mu\text{g mL}^{-1}$ .

### **3.6.3. Avaliação de Produção**

A produção foi avaliada quando a maior parte das vagens se apresentou com vagem cheia. A colheita foi realizada nas linhas centrais, descartando 50 cm das extremidades das linhas.

As plantas de área útil foram colhidas manualmente e a produção por hectare foi calculada a partir do peso de grão da área útil.

### **3.6.4 Avaliação do teor de Nitrogênio e teor de Zinco**

As folhas foram coletadas na época de florescimento e a avaliação do conteúdo de N e Zn nas folhas, nos grãos e nas sementes foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997). Após a secagem e moagem, o material foi submetido às digestões nítrico-perclórica e sulfúrica. No extrato da digestão nítrico-perclórica, foi determinada a concentração de Zn por espectrofotometria de absorção atômica. A digestão sulfúrica foi realizada para a determinação dos teores de N.

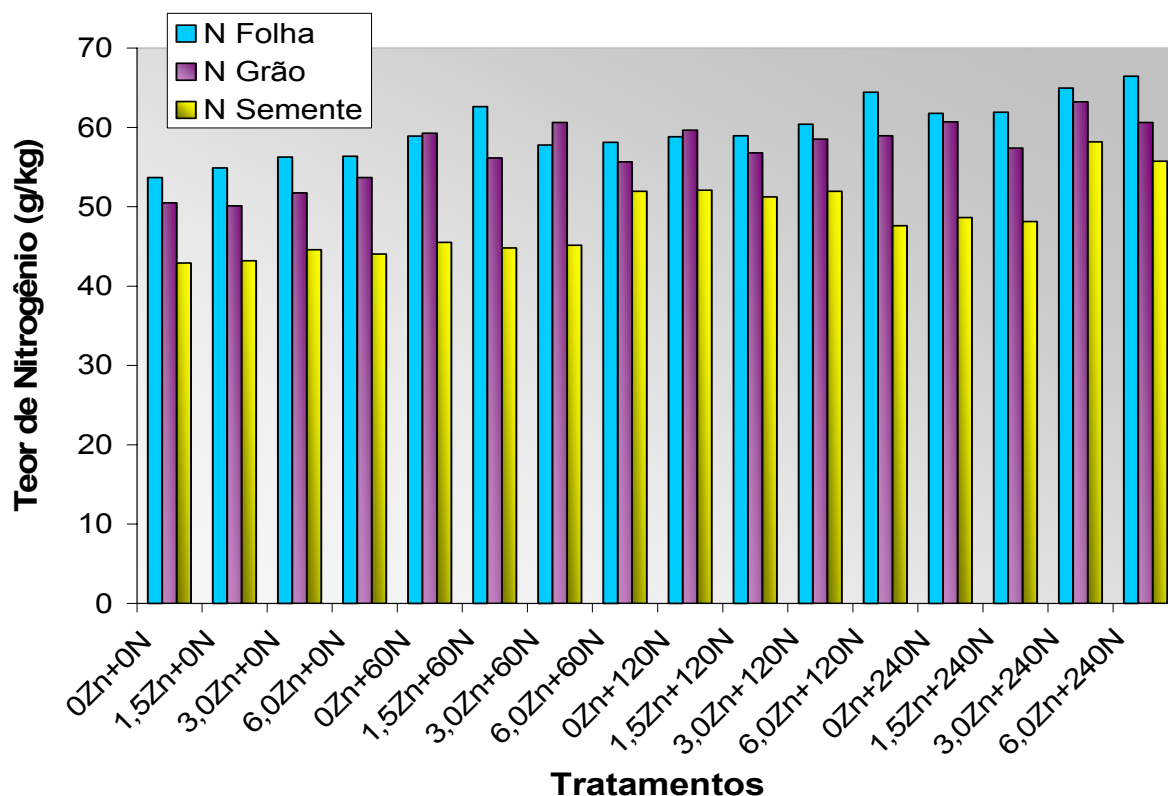
#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 refere-se aos dados de teor de Nitrogênio (N) encontrados nas folhas, nos grãos e nas sementes de ervilha, quando submetidos aos tratamentos. Verifica-se que o teor de N se manteve praticamente igual quando comparados com todos os tratamentos, apresentando menor média os tratamentos com menores doses de Zn quando combinados com N.

Para folha, as maiores médias encontradas foram nas doses de 1,5 kg ha<sup>-1</sup> de Zn combinada com 60 kg ha<sup>-1</sup> de N; 6,0 kg ha<sup>-1</sup> de Zn combinada com 120 kg ha<sup>-1</sup> de N; 3,0 kg ha<sup>-1</sup> de Zn combinada com 240 kg ha<sup>-1</sup> de N e 6,0 kg ha<sup>-1</sup> de Zn combinada com 240 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Ao avaliar o grão verifica-se que a dose 3,0 kg ha<sup>-1</sup> de Zn combinada com 240 kg ha<sup>-1</sup> de N promoveu um maior acúmulo de N (Figura 2).

Para semente verifica-se que o maior acúmulo de N foi quando se aplicou a dose de 3,0 kg ha<sup>-1</sup> de Zn combinada com 240 kg ha<sup>-1</sup> de N (Figura 2).



**Figura 2.** Teor de Nitrogênio nas folhas, nos grãos e nas sementes de ervilha, cultivar Utrillo. Departamento de Biologia e Zootecnia, UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira (SP), 2005.

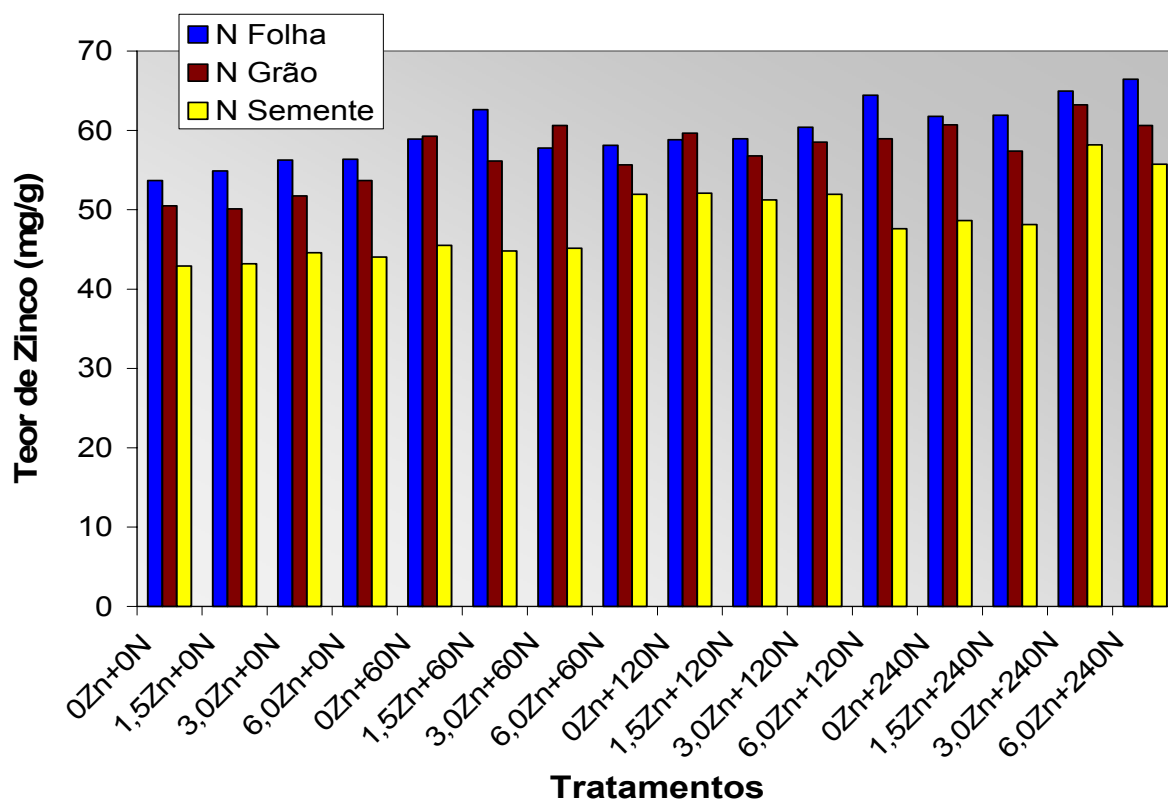
A Figura 3 refere-se aos dados de teor de Zinco (Zn) encontrados nas folhas, nos grãos e nas sementes de ervilha, quando submetidos aos tratamentos. Verifica-se que o teor de Zn se manteve praticamente igual quando comparados em todos os tratamentos, apresentando menor média os tratamentos sem combinação entre os nutrientes.

Verifica-se que o maior teor de Zn nas folhas é encontrado nos tratamentos com dose de 1,5 kg ha<sup>-1</sup> de Zn combinada com 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, dose de 6,0 kg ha<sup>-1</sup> de Zn combinada com 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, dose de 3,0 kg ha<sup>-1</sup> de Zn combinada com 240 kg ha<sup>-1</sup> de N e dose de 6,0 kg ha<sup>-1</sup> de Zn combinada com 240 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Ao avaliar os grãos verifica-se que o maior valor médio foi encontrado no tratamento com 3,0 kg ha<sup>-1</sup> de Zn combinada com 240 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Nas sementes, a maior média foi verificada no tratamento com dose de 3,0 kg ha<sup>-1</sup> de Zn combinada com 240 kg ha<sup>-1</sup> de N.

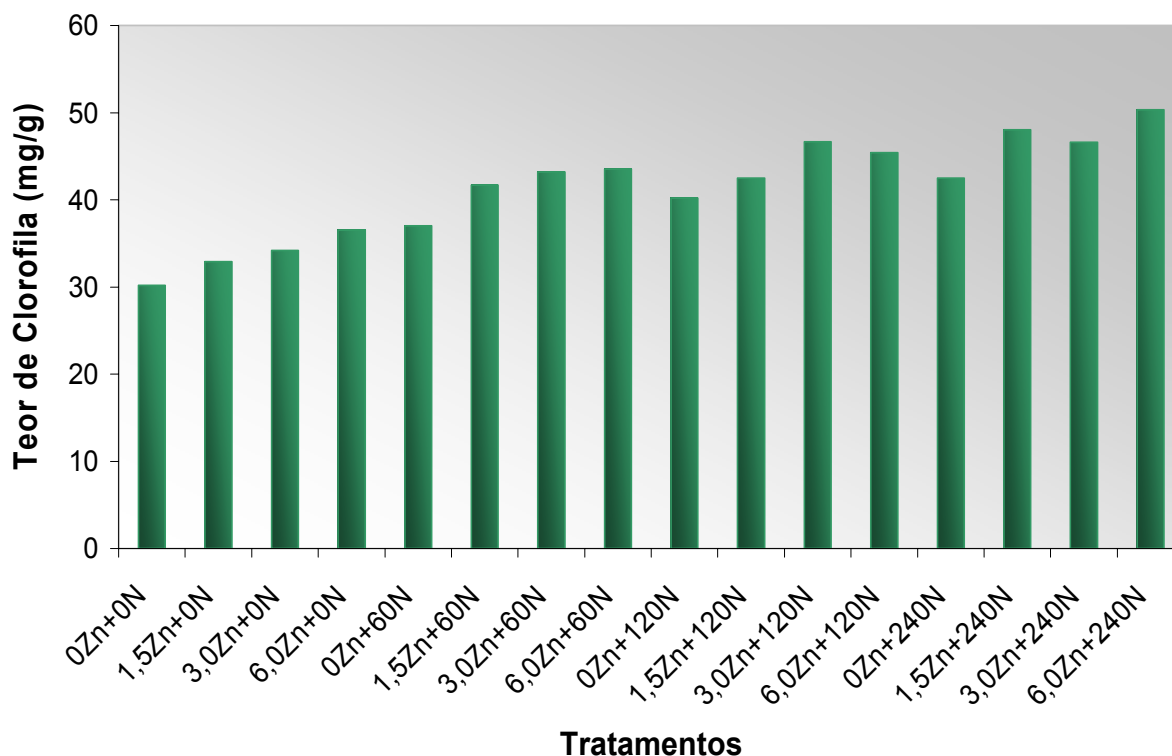




**Figura 3.** Teor de Zinco nas folhas, nos grãos e nas sementes de ervilha, cultivar Utrillo. Departamento de Biologia e Zootecnia, UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira (SP), 2005.

#### 4.1. Avaliação dos grãos

Na Figura 4 encontram-se os dados referentes ao teor de clorofila média em grãos de ervilha quando submetidos aos tratamentos. Verifica-se que, à medida que se aumenta a dose de Zn e a dose de N, aumenta-se o teor de clorofila (mg/g) até a dose de Zn de 6,0 kg ha<sup>-1</sup> e dose de N de 240 kg ha<sup>-1</sup> em grãos de ervilha.



**Figura 4.** Teor de Clorofila nos grãos de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco. Departamento de Biologia e Zootecnia, UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira (SP), 2005.

Na Tabela 2, constam os valores de “F”, referentes às análises de proteínas, aminoácidos livres, açúcares livre, amido e polissacarídeos solúveis em água (WSP) nos grãos de ervilha. Os dados referentes ao conteúdo de reservas foram avaliados e comparados estatisticamente, entre as diferentes doses de N e Zn, aplicadas em adubação de cobertura, verificando-se que ao se comparar os valores obtidos em nível de 1% de probabilidade, o valor de “F” foi significativo nas doses de nitrogênio para todas as variáveis observadas, com exceção de açúcar livre que não apresentou nível de significância. Para doses de Zn, apresentam níveis de significância  $p < 0,01$  proteína e WSP; as demais variáveis apresentam níveis de significância de 5% de probabilidade. A interação entre as doses foi significativa em nível de 1% de probabilidade para todas as variáveis analisadas, mostrando que um nutriente depende do outro para que se observe efeito.

Os dados de conteúdos de reservas foram submetidos à análise de regressão e alguns apresentaram ajuste linear e/ou quadrático para os tratamentos analisados, quando a dose de Zinco foi fixada.

Na Figura 5 são apresentados os dados de proteína solúvel total para os grãos de ervilha. Houve ajuste polinomial quadrático para todas as doses analisadas em nível de 1%. Observou-se que ocorre aumento no conteúdo de proteína do grão quando a aplicação foi de 6 kg ha<sup>-1</sup> de Zn, combinada com aproximadamente 88 kg ha<sup>-1</sup> de N. Quando não houve aplicação de Zn observou-se ponto de máximo teor de proteína do grão ao se aplicar aproximadamente 131kg ha<sup>-1</sup> de N, porém este aumento não é expressivo quando comparado com as demais doses. As doses de 1,5 e 3,0 kg ha<sup>-1</sup> de Zn, quando combinadas com a dose de 162 kg ha<sup>-1</sup> de N, contribuem para o aumento da proteína. Patroni et al. (2002) observaram maior teor de proteína nos grãos de feijão cujas plantas receberam os maiores níveis de adubação nitrogenada e Lajolo et al. (1996) afirmaram que a semente do feijão tem cerca de 25% de proteínas. Gomes Junior et al. (2005) afirmam que o nitrogênio absorvido pelas plantas pode combinar-se com esqueletos carbônicos para a produção de aminoácidos, os quais resultarão em proteínas que ficaram armazenadas nos tecidos vegetais. Por ocasião da fase de enchimento de grãos essas reservas são quebradas, translocadas e armazenadas nesses órgãos na forma de proteínas e aminoácidos.

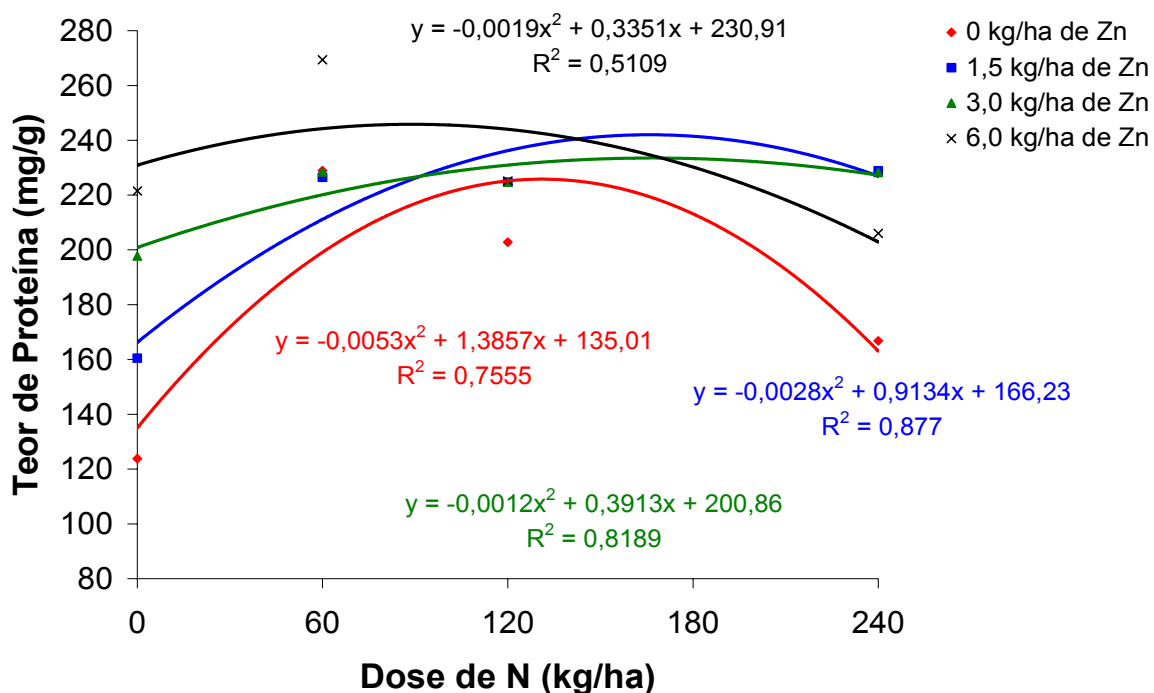
Na Figura 6 estão apresentados os dados referentes ao teor de aminoácidos solúveis. Os dados se ajustam à equação de regressão polinomial quadrática e a dose 6,0 kg ha<sup>-1</sup> de Zn combinada com a dose de aproximadamente de 157 kg ha<sup>-1</sup> de N, contribuem para aumentar o teor de aminoácidos livres. A dose zero de Zn atingiu média inferior quando comparadas com as demais doses e o ponto de máximo teor de aminoácidos livres nesta dose, foi em torno de 141 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Tabela 2. Teste F para Proteínas, Aminoácidos livres, Açúcar livre, Amido e Polissacarídeos solúveis em água (WSP) nos grãos de ervilha, cultivar Utrillo, cultivadas sob quatro doses de N e quatro doses de Zn em área experimental da fazenda de ensino e pesquisa da UNESP, Campus de Ilha Solteira (SP) no ano de 2005.

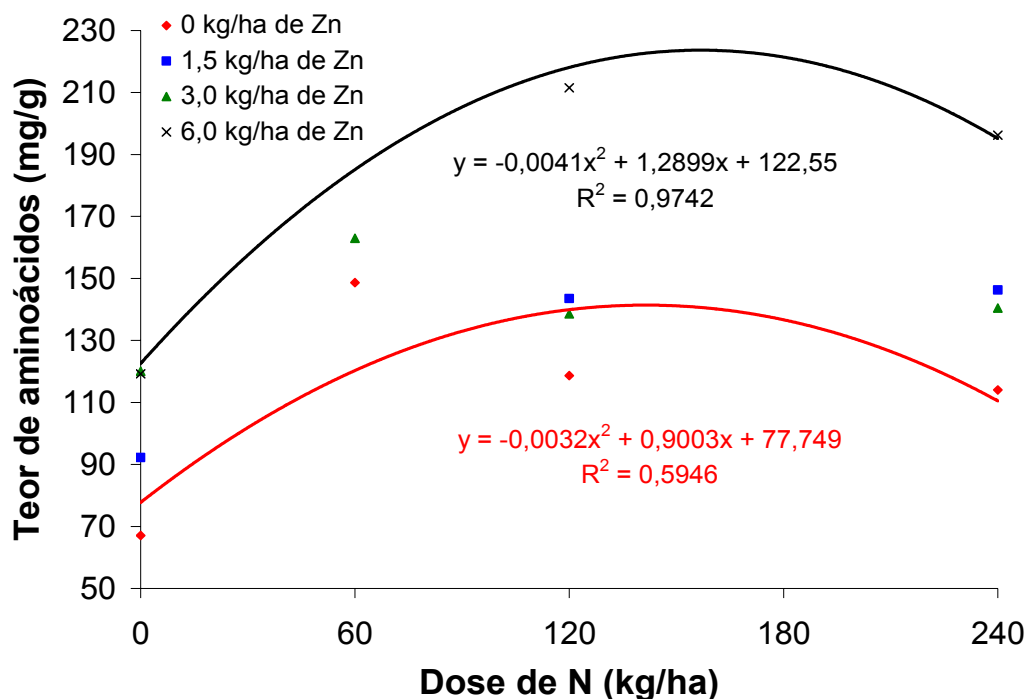
Efeitos	Proteínas	Aminoácidos	Açúcar livre	Amido	WSP
<b>Nitrogênio</b>	130,3101**	332,5157**	0,5238 <sup>ns</sup>	123,3501**	9,5499**
<b>Zinco</b>	87,4407**	253,7685**	3,6592*	3,2549*	13,4094**
<b>N * Zn</b>	22,0523**	23,8180**	22,8884**	4,2666**	20,7611**
<b>CV (%)</b>	4,36	4,86	12,52	16,81	13,14

<sup>ns</sup> não significativo; \* significativo (P<0,05); \*\* significativo (P<0,01).

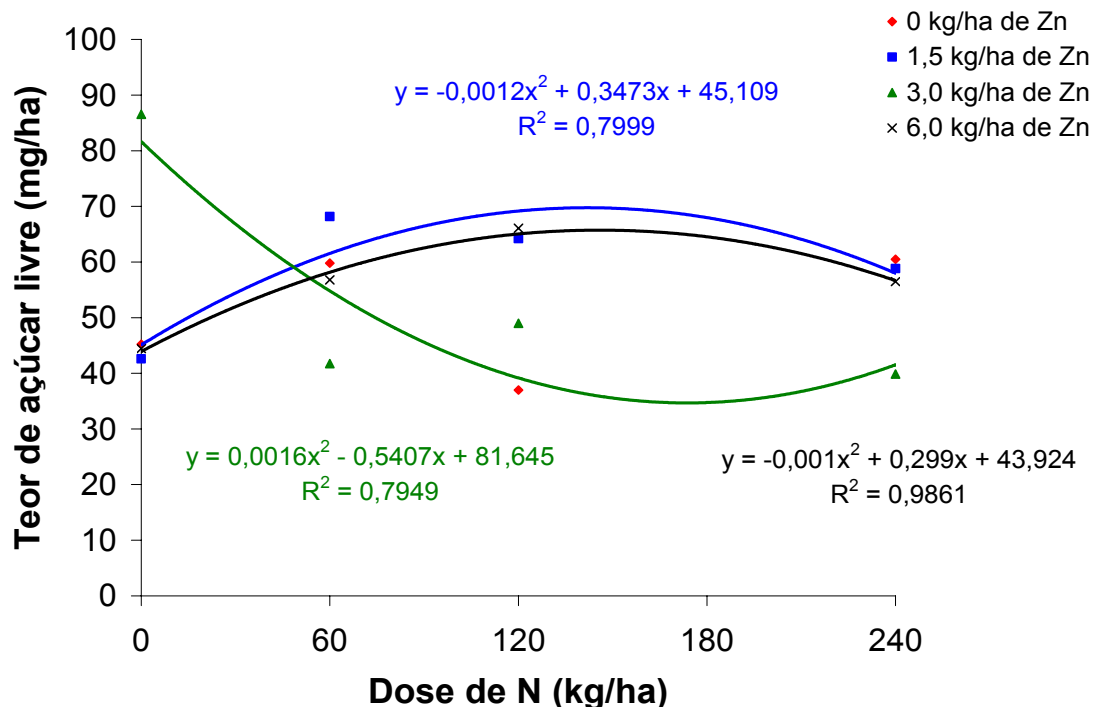
Na figura 7 são apresentados os dados referentes à variação do teor de açúcar livre em relação as doses de nitrogênio e zinco. Com exceção da dose zero de zinco, as demais apresentaram ajuste polinomial quadrática. Com a aplicação de Zn nas doses de 1,5 e 6,0 kg ha<sup>-1</sup>, verificou-se ponto de máximo teor de açúcar nas doses de 145 e 150 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente e para a dose 3 kg ha<sup>-1</sup> de Zn, verificou-se ponto de mínimo teor de açúcar livre, por volta de 169 kg ha<sup>-1</sup> de N.



**Figura 5.** Teor de proteína no grão de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco. Departamento de Biologia e Zootecnia, UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira (SP), 2005.



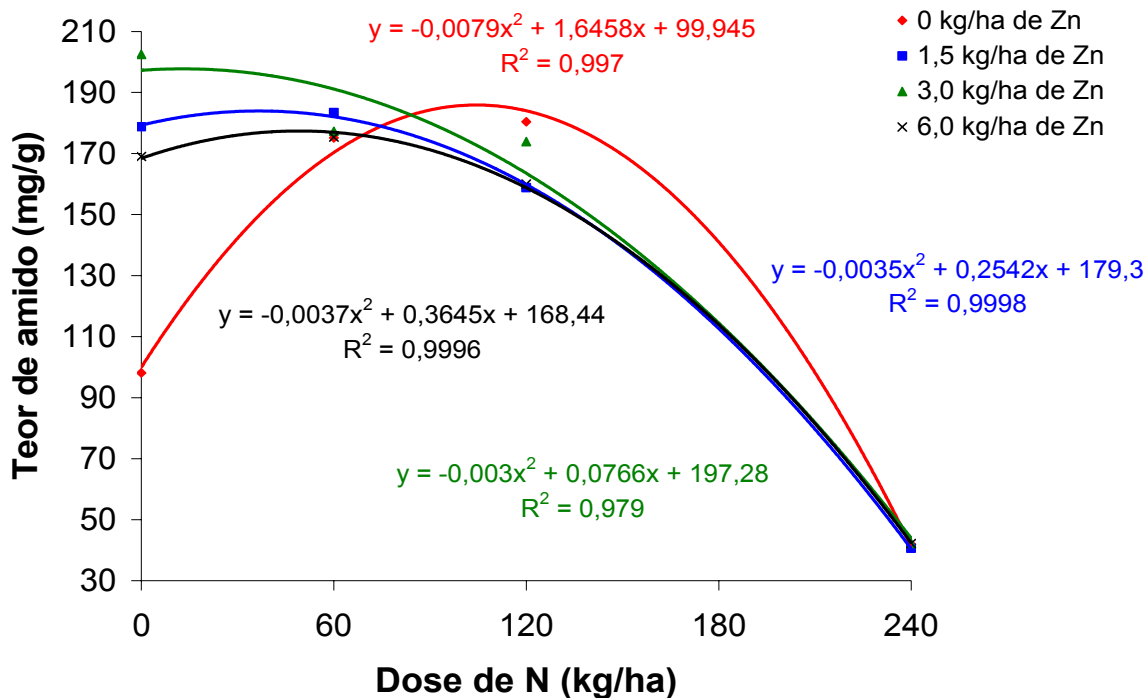
**Figura 6.** Teor de aminoácidos livres no grão de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco. Departamento de Biologia e Zootecnia, UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira (SP), 2005.



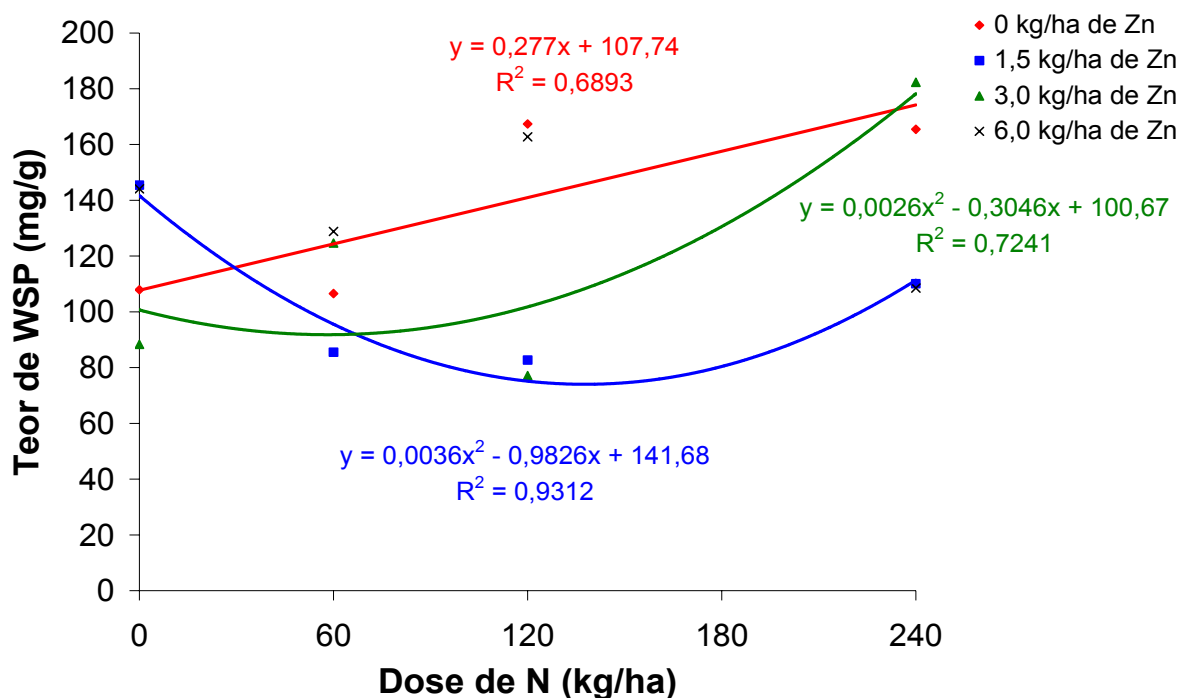
**Figura 7.** Teor de açúcar livre no grão de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco. Departamento de Biologia e Zootecnia, UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira (SP), 2005.

Na Figura 8 estão apresentados os dados referentes ao teor de amido. Todas as doses sofreram ajuste polinomial quadrático e verifica-se que à medida que aumenta a dose de N o teor de amido diminui. As doses de Zn contribuem para o aumento do teor de amido e houve ponto de máximo teor de amido ao se aplicar as doses 1,5; 3,0 e 6,0 kg ha<sup>-1</sup> de Zn combinadas com as doses 36, 13 e 49 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente. A dose zero de Zn apresentou um ponto de máximo teor de amido ao se aplicar 104 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Na Figura 9 são apresentados os dados do teor de polissacarídeos solúveis em água (WSP). Para a dose 0 kg ha<sup>-1</sup> de Zn os dados de conteúdo de WSP se ajustaram à regressão linear, enquanto que nas doses de 1,5 e 3,0 kg ha<sup>-1</sup> de Zn verificou-se ajuste polinomial quadrática. Verifica-se que o Zn não interfere no aumento do conteúdo de WSP, como verificado na dose 0 kg ha<sup>-1</sup> de Zn, que aumenta com o aumento das doses de N, entre 0 e 240 kg ha<sup>-1</sup> do mesmo (maior dose aplicada). Quando se aplicou as doses de 1,5 e 3,0 kg ha<sup>-1</sup> de Zn, o ponto de mínimo teor de WSP foi quando se aplicou 137 e 59 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente.



**Figura 8.** Teor de amido no grão de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco. Departamento de Biologia e Zootecnia, UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira (SP), 2005.



**Figura 9.** Teor de WSP no grão de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco. Departamento de Biologia e Zootecnia, UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira (SP), 2005.

#### 4.2. Avaliação das sementes

Na Tabela 3 observam-se os valores de “F” para a análise do conteúdo de reservas das sementes de ervilha, especificamente de proteína, aminoácidos livres, açúcares livre, amido e polissacarídeos solúveis em água (WSP). Os dados referentes ao conteúdo de reservas foram avaliados e comparados estatisticamente, entre as diferentes doses de N e Zn, aplicadas em adubação de cobertura e verificou-se que ao se comparar os valores obtidos em nível de 1% de probabilidade, o valor de “F” foi significativo para todas as variáveis avaliadas, entre as duas doses e na interação das mesmas.

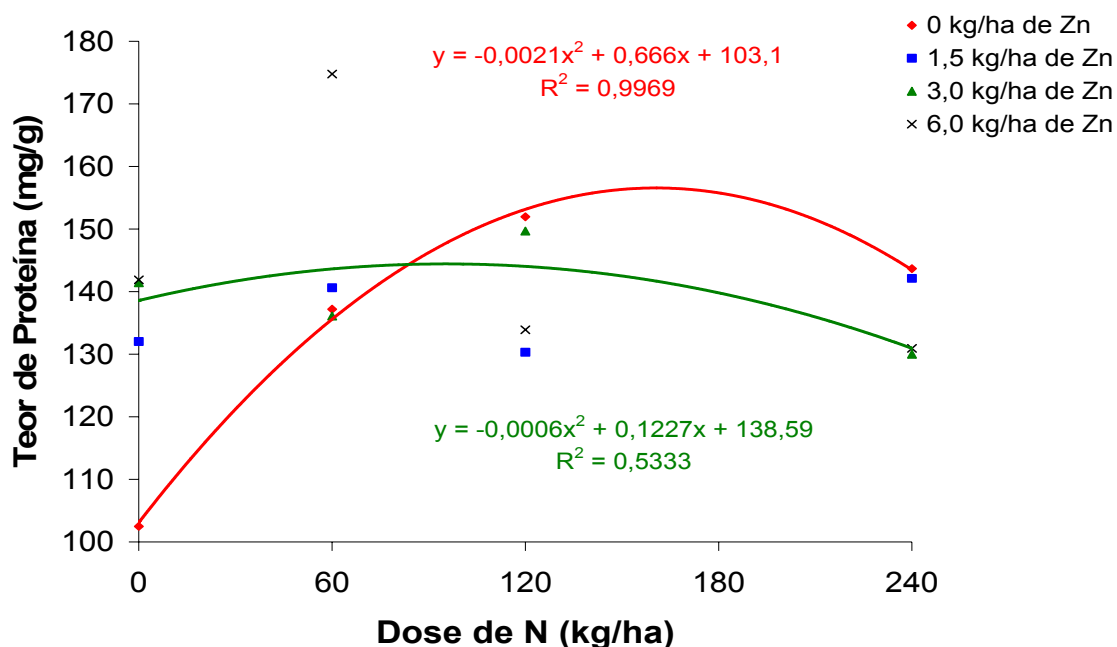
Os dados de conteúdos de reservas foram submetidos à análise de regressão e estes mostraram que houve ajuste linear e/ou quadrático para todos os tratamentos analisados, quando a dose de zinco foi fixada.

Tabela 3. Teste F para Proteínas, Aminoácidos, Açúcar livre, Amido e Polissacarídeos solúveis em água (WSP), em sementes de ervilha, cultivar Utrillo, cultivadas sob quatro doses de N e quatro doses de Zn em área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP, Campus de Ilha Solteira (SP) no ano de 2005.

Efeitos	Proteínas	Aminoácidos	Açúcar livre	Amido	WSP
<b>Nitrogênio</b>	18,9298**	149,6557**	122,8224**	154,5285**	15,9897**
<b>Zinco</b>	8,3457**	22,4955**	23,8531**	14,3075**	17,0777**
<b>N * Zn</b>	21,2341**	17,8004**	5,2768**	27,2029**	4,0858**
<b>CV (%)</b>	4,97	11,53	5,32	7,16	8,40

\*\* significativo ( $P < 0,01$ ).

Na Figura 10 pode-se observar os dados referentes ao teor de proteína solúvel total nas sementes de ervilha. Segundo Kolchinski et al. (2003), resultados de pesquisa demonstram que o teor de proteína tem se relacionado positivamente ao vigor das sementes ou grãos. As doses de 0 e 3,0 kg ha<sup>-1</sup> de Zn sofreram ajuste polinomial quadrático, tendo o ponto de máximo teor de proteína ao se aplicar 159 kg ha<sup>-1</sup> e 102 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente. Estes dados sugerem que a aplicação de N pode proporcionar incremento no conteúdo de proteína das sementes.

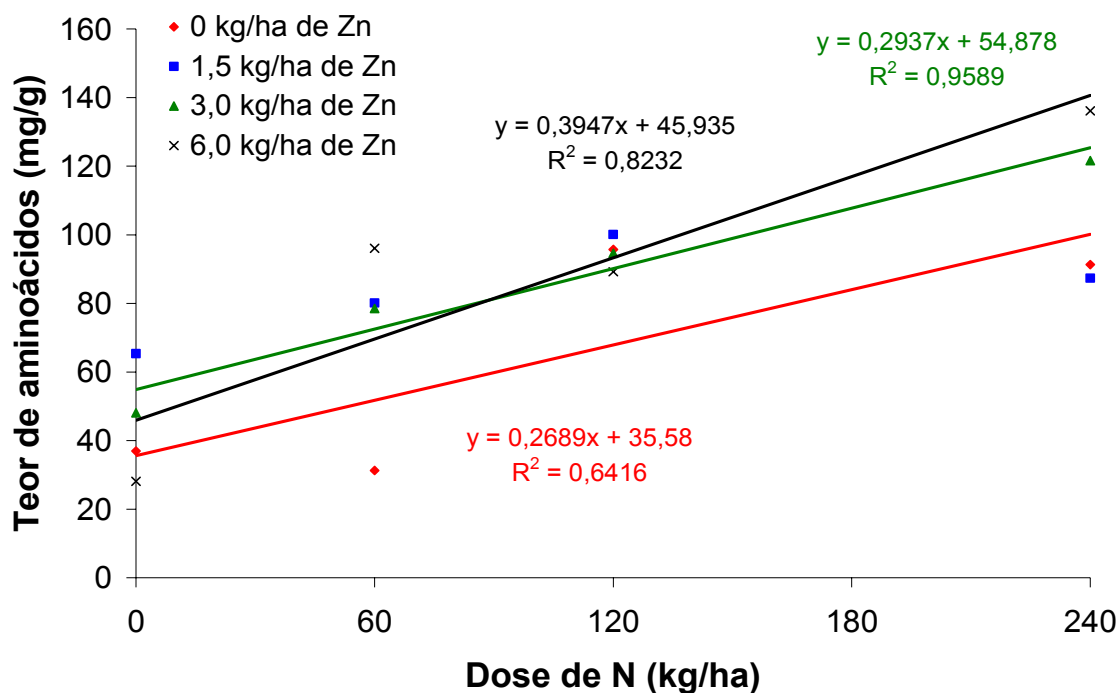


**Figura 10.** Teor de proteína em semente de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco. Departamento de Biologia e Zootecnia, UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira (SP), 2005.



Na Figura 11 são apresentados os dados referentes ao teor de aminoácidos livres e verifica-se que nas doses de Zn 0; 3,0 e 6,0 kg ha<sup>-1</sup> houve ajuste linear. Verificou-se, também, que à medida que se aumenta a dose de N ocorre aumento no teor de aminoácidos e a dose 6 kg ha<sup>-1</sup> Zn, combinada com as de N, promoveu maior aumento, apresentando maior média de aminoácidos livres, mostrando correlação entre doses de N e conteúdo de aminoácidos.

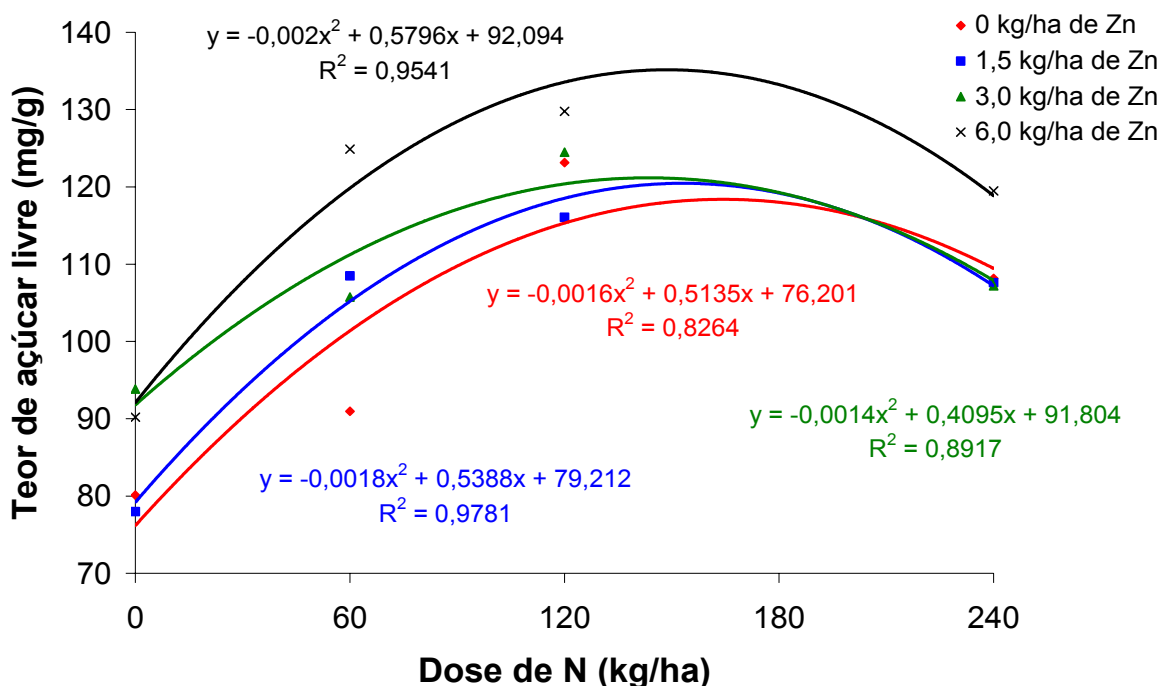
A Figura 12 apresenta os dados do teor de açúcar livre em sementes de ervilha. Todos os dados sofreram ajuste polinomial quadrático e verificou-se que, à medida que se aumenta as doses de Zn (0; 1,5; 3,0 e 6,0) ocorre aumento no teor de açúcar livre nas sementes, com ponto de máximo teor de açúcar quando estas doses são combinadas com 161, 150, 146 e 145 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente. Verifica-se, também, que o melhor resultado foi alcançado na dose de 6,0 kg ha<sup>-1</sup> de Zn combinada com a dose de 145 kg ha<sup>-1</sup> de N, para o teor de açúcar livre em sementes de ervilha.



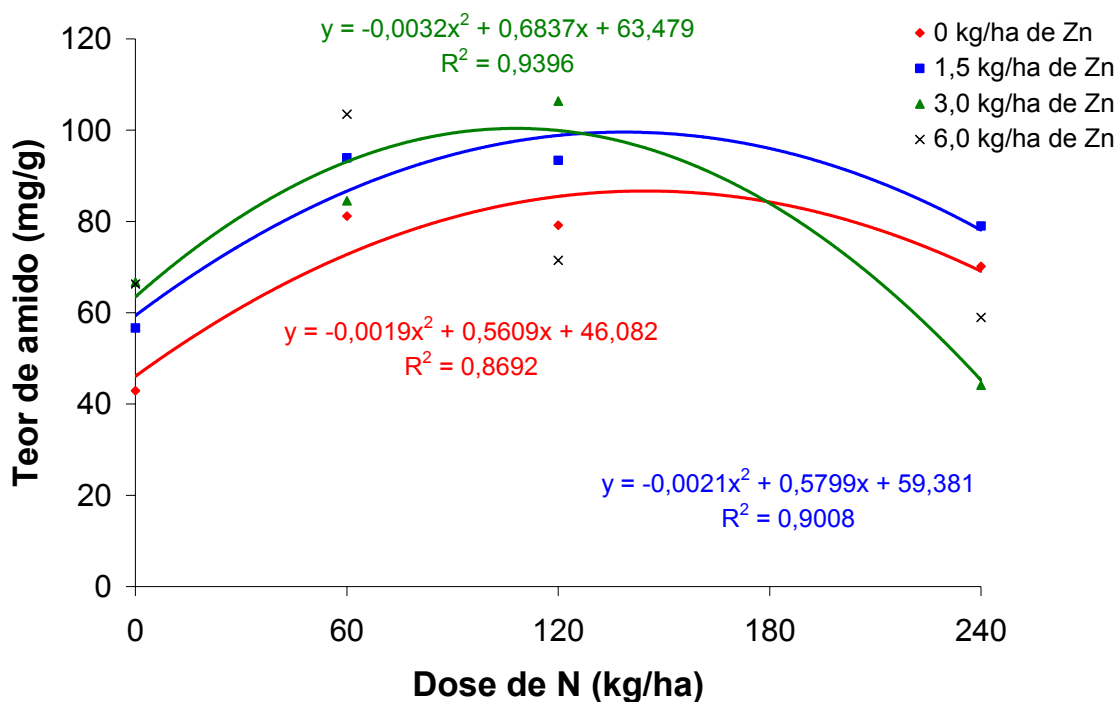
**Figura 11.** Teor de aminoácidos livres em semente de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco. Departamento de Biologia e Zootecnia, UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira (SP), 2005.

Na Figura 13 são apresentados os dados referentes ao teor de amido nas sementes de ervilha. As doses de 0, 1,5 e 3,0 kg ha<sup>-1</sup> de Zn sofreram ajuste polinomial quadrático e os pontos de máximo teor de amido encontrados foi quando se combinou estas doses com 148, 138 e 107 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente. Através da análise dos dados obtidos, verifica-se que a aplicação de zinco permitiu atingir maior teor de amido com dose menor de adubação nitrogenada.

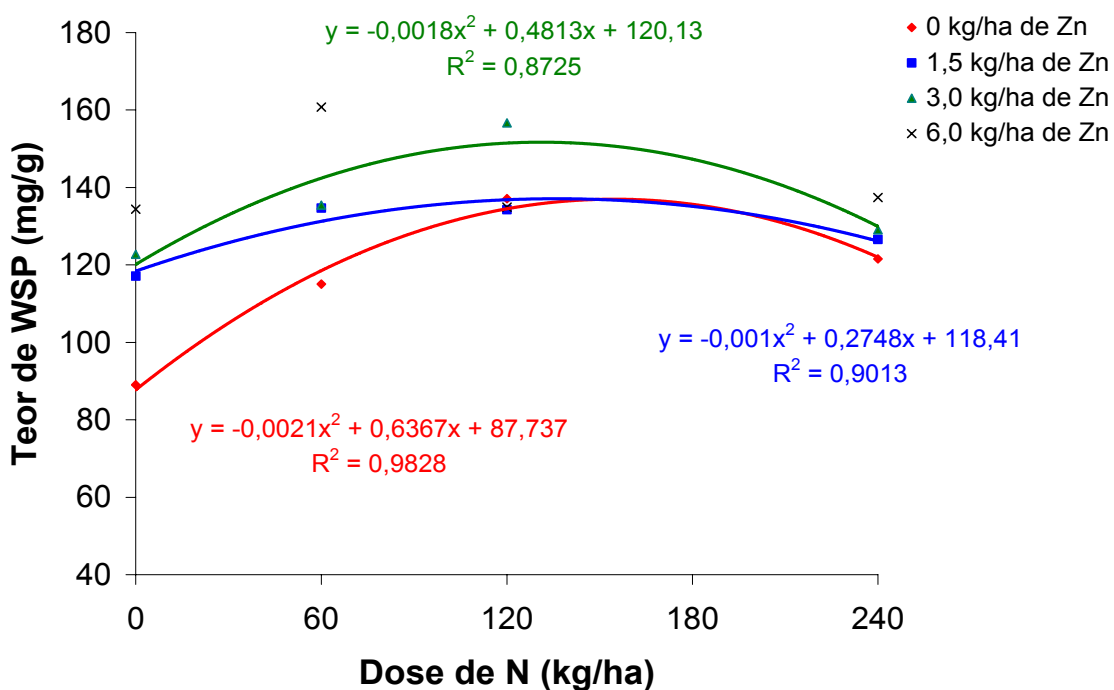
Na Figura 14 estão apresentados os dados referentes ao teor de WSP em semente de ervilha. Os dados obtidos nos tratamentos com doses de 0, 1,5 e 3,0 kg ha<sup>-1</sup> de Zn sofreram ajuste polinomial quadrático e, quando combinadas com 152, 137 e 134 kg /ha de N, respectivamente, foram encontrados os pontos de máximo teor de WSP.



**Figura 12.** Teor de açúcar livre em sementes de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco. Departamento de Biologia e Zootecnia, UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira (SP), 2005.



**Figura 13.** Teor de amido em sementes de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco. Departamento de Biologia e Zootecnia, UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira (SP), 2005.



**Figura 14.** Teor de WSP em sementes de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco. Departamento de Biologia e Zootecnia, UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira (SP), 2005.

### 4.3. Avaliação da Produção

Na Tabela 4 estão os valores de “F” para produção de vagens e de grãos de ervilha. Somente para grãos houve significância em nível de 1% para dose de nitrogênio no teste F. Os demais dados avaliados não apresentaram diferença significativa.

Os dados de produção foram submetidos à análise de regressão e estes mostraram que dose de nitrogênio, nas vagens e nos grãos, sofreram ajuste linear à 5% e a 1%, respectivamente.

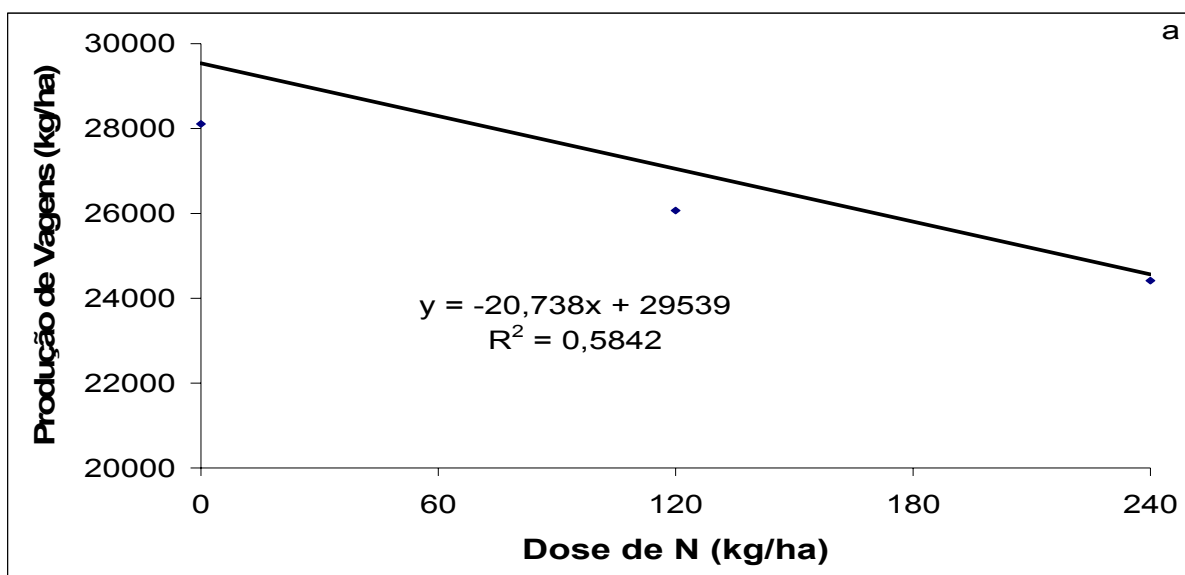
Tabela 4. Teste F para produção de grãos e vagens de ervilha, cultivar Utrillo, cultivadas sob quatro doses de N e quatro doses de Zn em área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP, Campus de Ilha Solteira (SP) no ano de 2005.

Efeitos	Vagem	Grãos
Nitrogênio	2,4358*	4,6942**
Zinco	0,5917 <sup>ns</sup>	1,4445 <sup>ns</sup>
Bloco	1,3214 <sup>ns</sup>	1,1732 <sup>ns</sup>
N * Zn	0,6331 <sup>ns</sup>	0,8397 <sup>ns</sup>
CV (%)	22,55	25,69

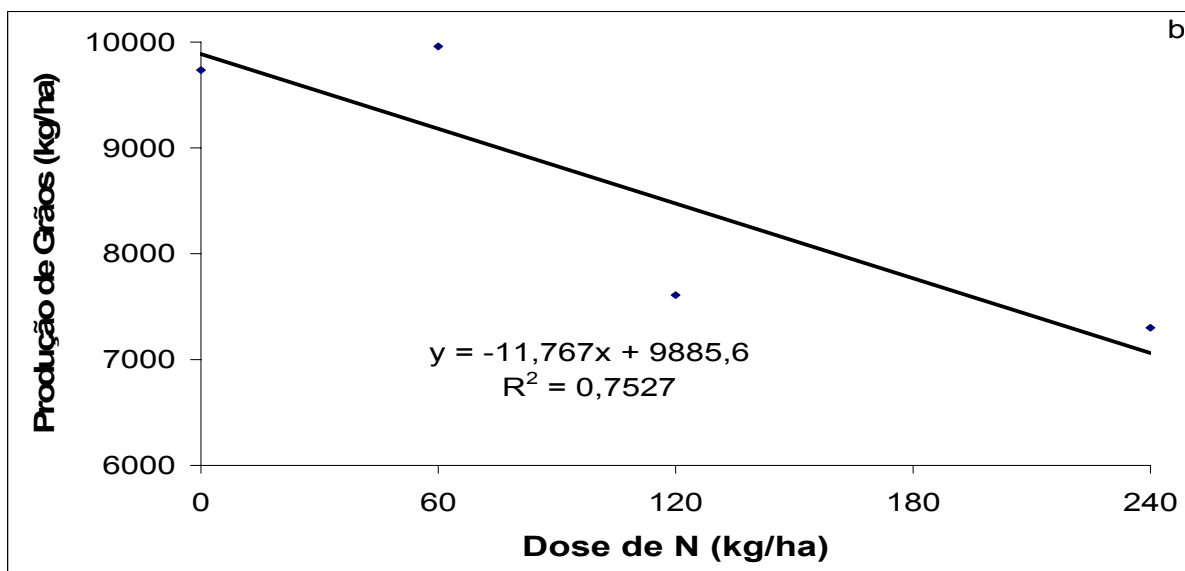
<sup>ns</sup>não significativo; \* significativo (P<0,05); \*\*significativo (P<0,01).

A produção, tanto de vagens como de grãos, reduziram linearmente com o aumento da adubação nitrogenada (Figuras 15 a e b), que não concorda com os resultados obtidos de Ambrosano et al. (1996) que avaliaram a aplicação de N em cobertura no cultivo de feijão irrigado no inverno e constataram que a produtividade pode ser aumentada pela adição de N. Já Rapassi et al. (2003), testando 20, 40, 60, 80, 100 kg ha<sup>-1</sup> de N com duas fontes, uréia e nitrato de amônio, no sistema de plantio direto, constataram que não houve diferenças entre os níveis de produtividade em função das doses de N aplicadas. Arf et al. (1991) mostram que a aplicação de diferentes doses e épocas de aplicação de N em relação à testemunha, sob o sistema de plantio direto, a produção de vagens por planta, sementes por vagem, sementes por planta e produtividade, não apresenta efeito significativo. Carvalho et al. (2003) verificaram que, quanto à produtividade de grãos em feijão, não houve efeito significativo em relação às doses de N aplicadas (0, 35, 70, 105 e 140 kg ha<sup>-1</sup> de N), tendo sido verificada produção de vagens em torno de 29500kg ha<sup>-1</sup> e de grãos em torno de 10000 kg ha<sup>-1</sup>. Segundo Chidi et al. (2002) e Meira et al. (2005) diferentes cultivares de feijão e variações de clima também podem influenciar a resposta da cultura à aplicação do nitrogênio. Em tomateiro, Filgueira (2000) afirma que para altura das plantas ocorre resposta linear em

função da elevação das doses de N que, proporciona incremento de até 17,4% na altura e segundo SANTOS et al.(2001), o emprego de N proporcionou aumento na altura das plantas e no crescimento vegetativo, verificou ainda que doses crescentes de N causa maior investimento no crescimento vegetativo em detrimento do reprodutivo, e segundo Nambiar (1977), a elevada produtividade do cajueiro está associada ao crescimento vegetativo moderado das plantas.



**Figura 15a.** Produção de vagens de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco. Departamento de Biologia e Zootecnia, UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira (SP), 2005.



**Figura 15b.** Produção de grãos de ervilha, cultivar Utrillo, em função de doses de nitrogênio e zinco. Departamento de Biologia e Zootecnia, UNESP, Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira (SP), 2005.

## 5. CONCLUSÃO

Através da análise e interpretação dos dados obtidos pode-se concluir que:

- O teor de clorofila nos grãos e o teor de zinco e nitrogênio nas folhas, grãos e sementes aumentam com o aumento das doses de zinco e nitrogênio;
- A combinação de doses de zinco e nitrogênio contribui para o aumento do conteúdo de proteínas, carboidratos e aminoácidos livres nos grãos e sementes e;
- Os tratamentos aplicados não influenciaram na produção de vagens e de grãos de ervilha.

## 6. REFERÊNCIAS

AGRIDATA. A ervilha. Disponível em : <<http://www.agridata.mg.gov.br/ervilha.htm>>  
Acesso em: 04 nov 2002.

ALLOWAY, B. J. ZINC IN SOILS AND CROP NUTRITION. Disponível em:  
<<http://www.zinc-crops.org/Crops/Alloway-PDF/ALLOWAY-all.pdf>> Acesso em: 10 ag  
2004.

AMBROSANO, E.J.; WUTKE, E.B.; AMBROSANO, G.M.B.; BULISANI, E.A.;  
BORTOLETTO, N.; MARTINS, A.L.M.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; DE SORDI, G. Efeito do  
nitrogênio no cultivo de feijão irrigado no inverno. **Scientia Agricola**, v.53, p.338-341,  
1996.

ARF, O. **Efeito da inoculação e adubação nitrogenada em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar carioca 80** (Tese de Doutorado). Jaboticabal – SP, 1989.

ARF, O.; FORNASIERI FILHO, D.; MALHEIROS, E.B.; SATTO, S.M.T. Efeito da  
inoculação e adubação nitrogenada em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivar Carioca 80:  
1. Solo de alta fertilidade. **Científica**, v.19, p.29-38, 1991.

AZEVEDO, W.R. et al. Efeito do boro na nodulação da ervilha cultivada em solos de várzea. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2002000800011&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2002000800011&lng=en&nrm=iso)> Acesso em: 04 nov 2002.

BARBOSA FILHO, M.P.; FAGERIA, N.K., SILVA, O.F. Fontes e métodos de aplicação de nitrogênio em feijoeiro irrigado submetido a três níveis de acidez do solo. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 785-792, jul/ago., 2004.

BARBOSA FILHO, M.P.; FAGERIA, N.K., SILVA, O.F. Fontes, doses e parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura para feijoeiro comum irrigado. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 69-76, jan/fev., 2005a.

BIELSKI, R.L.; TURNER, N.A. Separation and estimation of aminoacid in crude plant extracts by thin layer eletrophoreses and chromatography. **Analytical Biochemistry**. 17:278-82, 1966

BIOLOGIA NA WEB. As leis de Mendel. Disponível em: <<http://www.biologianaweb.com/Livro2/C2/leismendel.html>> Acesso em: 04 nov 2002.

BLEVINS, D. G. **Uprise, translocation, and fixation of essential mineral elements in crop plants. In Physiology and determination of crop yield.** BROOT, K. J., BENNET, J. M., SINCLAIR, T. R., PAULSEN, G. M. ed. American society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA p. 259-283, 1994.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method of microgram quantitie of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**. Crop Science, V. 7, p. 171-175, 1976.

CAKMAK, I. et al. Effect of Zinc Nutritional Status on Growth, Protein Metabolism and levels of Índole-3-acetic Acid and other Phytohormones in Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Disponível em: <<http://jxb.oxfordjournals.org/cgi/content/abstract/40/3/405>> Acesso em: 17 Jul 2006.



CAMARGOS, L. S. **Análise das alterações no metabolismo de nitrogênio em *Canavalia ensiforme* L. em resposta a variações na concentração de nitrato fornecida.** (Tese de Mestrado). ESALQ, Piracicaba. 2002.

CARVALHO, M.A.C.; FURLANI JUNIOR, E.; ARF, O.; SÁ, M.E.; PAULINO, H.B.; BUZZETTI, S. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio e teores foliares deste nutriente e de clorofila em feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.445-450, 2003.

CARVALHO, M. A. C.; ARF, O. SÁ, M. E., BUZZETTI, S. et al. Produtividade e qualidade de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob influência de parcelamentos e fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, n 25, p. 617-24, 2001.

CENTURION, J. F. Balanço Hídrico da região de Ilha Solteira. In: OLIVEIRA, J. A et al (ed). **Relatório Técnico Científico nº1**. Ilha Solteira: UNESP/FEIS, 1981. p. 1-5.

CHIDI, S.N.; SORATTO, R.P.; SILVA, T.R.B.; ARF, O.; SÁ, M.E.; BUZZETTI, S. Nitrogênio via foliar e em cobertura em feijoeiro irrigado. **Acta Scientiarum**, v.24, p.1391-1395, 2002.

COSTA, A.C.S.; FERREIRA, J.C; SEIDEL, E.P.;CÁSSIO, A.T.; PINTRO, J.C. Perdas de nitrogênio por volatilização da amônia em três solos Argilosos tratados com uréia. **Acta Scientiarum**. Maringá, v26, n.4, p. 467-473, 2004.

DUBOIS, M. et al. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical chemistry**. 28:350-56, 1956.

EMBRAPA. Cultivares de Ervilha para produção de grãos verdes. Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa.br/cultivares/ervilha.htm>> Acesso em: 04 nov 2002.

FAHL, J. I. Zinco e Boro na cafeicultura Disponível em: <<http://www.coffeebreak.com.br/ocafezal.asp?SE=8&ID=61>> Acesso em: 16 mar 2005

FAO. Produção de ervilha Disponível em: <<http://www.fao.org/waicent/portal/statistics-en.asp>> Acesso em: 14 mar 2006.

FIGUEIREDO, E. A. P. Pecuária e Agroecologia no Brasil. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v.19, n.2, p.235-265, 2002. Disponível em: <[http://atlas.sct.embrapa.br/pdf/cct/v19/cc19n2\\_04.pdf](http://atlas.sct.embrapa.br/pdf/cct/v19/cc19n2_04.pdf)> Acesso em: 14 mar 2006.

FIGUERÊDO, S.F. Manejo de irrigação para a cultura da ervilha. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1999. 1p. (Embrapa-CPAC. Guia técnico do produtor rural, 49). Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/guia49.htm>> Acesso em: 4 mar 2006.

FILGUEIRA, F. A. R.. Ervilha. In: Manual de Olericultura: **Cultura e comercialização de Hortaliças**. ed: Agronômica Ceres, v. 1, p. 262-73, 1981.

FILGUEIRA, F.A.R. Novo Manual de Olericultura: **Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, 2000, 402 p.

GOMES JUNIOR, F. G. et al. Teor de proteína em grãos de feijão em diferentes épocas e doses de cobertura nitrogenada. **Acta Sci. Agron.** Maringá, v. 27, n. 3, p. 455-459, 2005.

HORTA LIMPA. Disponível em: <<http://www.hortalimpa.com.br/curiosidades/ervilha.htm>> Acesso em: 04 nov 2002.

KELLER, G. D.; MENGEL, D. E. Ammonia volatilization from nitrogen fertilizers surface applied to no-till corn. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 50, p. 1060-1063, 1986.

KOCHIAN, L. U. **Molecular Physiology of mineral nutrient acquisition, transport and utilization**. In: **Biochemistry of molecular Biology of plants**. BUCHANAN, B. B. Ed. American society of plant Physiologists, Rockville, Maryland, USA p. 1204-1049, 2000.

KOLCHINSKI, E. M. et al. Grain quality parameters and seeds quality in oat in relation to nitrogen fertilization availability. **Cienc. Rural**, vol.33, no. 3, p.587 - 589, 2003

LARA, W. A. R.; TRIVELIN, P. C. O. Eficiência de um coletor semi-aberto estático na quantificação de  $\text{NNH}_3$  volatilizado para uréia aplicada ao solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, p. 345-352, 1990.

LAJOLO, F.M. et al. Qualidade nutricional. In: ARAÚJO, R.S. et al. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p. 23-56. 1996

MAFRA, D. et al. The importance of zinc in human nutrition. **Rev. Nutr.**, vol.17, no.1, p.79-87, 2004.

MAJEROWICZ, N. Fotossíntese. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. Ed. Guanabara Koogan S.A. Rio de Janeiro. P.114-178, 2004

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. p.130.

MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 ed. Ver. Atual. Piracicaba: POTAFÓS, p. 319, 1997.

MALTA, M. R. et al. Efeito da aplicação de zinco via foliar na síntese de triptofano, aminoácidos e proteínas solúveis em mudas de cafeeiro. **Braz. J. Plant Physiol.** n. 14 v.1 p. 31-7, 2002.

MANARIM, S. A. **Combinações de doses de fósforo e de zinco em solução nutritiva para o Capim-Tanzânia** (Tese de Mestrado). ESALQ - Piracicaba. 2005.

MEIRA, F. A.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S; ARF, O. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio no feijoeiro irrigado cultivado em plantio direto. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.40, n.4, p.383-388, 2005.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of Plant Nutrition**.ed: International Potash Institute, Worblaufen-Bern. 4ª edição, Switzerland, p.11, 1987.

NAMBIAR, M. C. Cashew. In: ALVIM, P. T.; KOZLOWSKI, T. T. (Ed.). **Ecophysiology of tropical crops**. New York: Academic. p. 461-477, 1977.

NEPTUNE, A. M. L.; NAKAGAMA, J.; SCOTTON, L. C.; SOUZA, E. A. Efeitos das doses não eqüidistantes de N, P, K nas concentrações destes macronutrientes na folha e na produção de milho (*Zea mays* L.). **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**. Piracicaba, v. 39, p. 917-41, 1982.

PAIM, C. S. Elementos Essenciais ao Crescimento das Plantas – Nitrogênio. Disponível em: <<http://felix.ib.usp.br/bib131/texto2/nitrogen.htm>> Acesso em 04 mar 2006.

PATRONI, S.M.S. et al. A. Avaliação de diferentes níveis de adubação em três cultivares de feijão carioca. 2- Qualidade nutricional dos grãos. In: **Reunião Nacional de Pesquisa de Feijão**, 7. Resumos... Viçosa: UFV, p. 541-543. 2002

RAIJ, B. Van et al. Ervilha. Boletim técnico IAC: **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo**. 2º edição, Campinas, p.193, 1997.

RAMAIAH, P.K. et al. **Zinc deficiency and aminoacids of coffea leaves**. Turrialba, 14:136-39, 1964.

RAPASSI, R.M.A.; SÁ, M.E.; TARSITANO, M.A.A.; CARVALHO, M.A.C. de; PROENÇA, E.R.; NEVES, C.M.T. de C.; COLOMBO, E.C.M. Análise econômica comparativa após um ano de cultivo do feijoeiro irrigado, no inverno, em sistemas de plantio convencional e direto, com diferentes fontes e doses de nitrogênio. **Bragantia**, v.62, p.397-404, 2003.

RURALNET. *Pisum sativum* L. Disponível em:<<http://www.ruralnet.com.br/hortalicas/ervilha.asp>> Acesso em: 04 nov 2002.

RURALNEWS. O cultivo de ervilha. Disponível em : <<http://www.ruralnews.com.br/agricultura/horta/ervilha.htm>> Acesso em: 04 nov 2002.

SÁ, M. E. Importância da adubação na qualidade de sementes. In: SÁ, M. E. & BUZETTI, S., coord. **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, p.65, 1994.

SANTOS, P.R.; PEREIRA, A.S.; FREIRE, C.J. Cultivar e adubação NPK na produção de tomate salada. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 35. 2001.

SERRANA. Manejo do nitrogênio em alguns sistemas de produção. **Boletim Técnico Fertilizantes**, junho/2000. Disponível em <[www.serrana.com.br](http://www.serrana.com.br)>. Acesso em: 20 Jan., 2005.

STANGARLIN, J. R. et al. **Doenças da ervilha** In: KIMATI, H.; AMORIM, L. et al. Manual de Fitopatologia. ed Agronômica Ceres Ltda, São Paulo, SP. p.348, 1997.

TEIXEIRA, I. R., BOREM, A., ARAUJO, G. A. de A. *et al.* Nutrient contents and physiological quality of common bean seeds in response to leaf fertilization with manganese and zinc. **Bragantia**, vol.64, no.1, p.83-88, 2005.

TOMM, G. O. et al. Leguminosas de grãos como alternativas de inverno. Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p\\_co09.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co09.htm)> Acesso em 19 out 2005.

VIEIRA, R.F. et al. Épocas de plantio de ervilha em Patos de Minas, Uberaba e Janaúba, Minas Gerais. Disponível em: <[www.editora.ufla.br/revista/24-1/art09.pdf](http://www.editora.ufla.br/revista/24-1/art09.pdf)> Acesso em 04 nov 2002

YEMM, E. M.; COCKING, E. C. **Estimation of amino acids by ninhydrin**. Analyst, London, v.80, p. 209-213, 1955.