

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

TEOR DE PROTEÍNA E DE ÓLEO EM GRÃOS DE SOJA
OBTIDOS SOB DIFERENTES TIPOS DE MANEJO

GRACIELA DECIAN ZANON

Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. LUIZ CARLOS
FERREIRA DE SOUZA

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do curso de Pós-graduação em Agronomia, para obtenção do título de Doutora em Agronomia, Área de Concentração: Produção Vegetal

Dourados
Mato Grosso do Sul – Brasil
2007

Ao meu Pai, por sempre acreditar em mim e estar sempre ao meu lado.

À minha mãe, por me dar a vida e me ajudar a viver.

Ao meu irmão, pelo companheirismo.

OFEREÇO

*A minha Filha Carolina,
razão da minha existência...*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A realização deste projeto não se resume a esta Tese de Doutorado, foram 23 anos ininterruptos de estudos e dedicação, mas que jamais seria possível sem a ajuda de milhares de pessoas que colaboraram para que hoje este projeto fosse concluído.

Meu reconhecimento ao Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza da UFGD, pela orientação e amizade desde o início desta caminhada.

À “Universidade Federal da Grande Dourados”, antiga Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, pela oportunidade. À CAPES e ao FUNDEC pelo apoio financeiro. À Embrapa Agropecuária Oeste, pela contribuição prestada para a realização desta pesquisa.

Ao Prof. Manoel Carlos Gonçalves pelo suporte que permitiu a conclusão desta Tese, ao Prof. Cássio Egídio Cavenaghi Prete, a Prof^a Marlene Estevão Marchetti e ao Dr. Carlos Hissao Kurihara, meus sinceros agradecimentos pela participação na banca de doutorado.

Aos meus amigos Fabio Henrique Bezerra, Lucio Henrique Leite de Andrade e Fernanda Ferreira Pedroso, que tanto me ajudaram de forma profissional e pessoal durante a realização deste projeto.

Aos professores, colegas e funcionários que ajudaram nesta caminhada. Aqueles que em qualquer momento se colocaram disponíveis, sem citar nomes, para não correr o risco de esquecer de alguém, pois tantos foram aqueles que colaboraram para esta realização. A todos a minha gratidão.

...E a Deus, por tornar tudo possível.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	VII
LISTA DE FIGURAS	VIII
RESUMO	IX
ABSTRACT.....	XI
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 A cultura.....	2
2.2 Importância do teor de proteína e de óleo nos grãos de soja.....	3
2.3 Fatores que podem afetar o teor de proteína e óleo nos grãos de soja.....	5
2.3.1 Melhoramento do teor de proteína dos grãos.....	5
2.3.2 Nutrição mineral: nutrientes relacionados ao teor de proteína e óleo nos grãos de soja	7
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1 Local e período da experimentação	13
3.2 Elementos de clima	13
3.3 Características do solo	15
3.4 Delineamento experimental e instalação do experimento	15
3.5 Características analisadas	17
3.6 Análises estatísticas	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1 Características agronômicas da soja	23
4.2 Teor de proteína e óleo dos grãos e produtividade da soja.....	24
4.3 Teor dos nutrientes foliares da soja	27
4.4 Teor dos nutrientes nos grãos de soja.....	28
4.5 Correlações entre teor de proteína e óleo dos grãos e as características agronômicas e produtivas da soja.....	30
4.6 correlações entre teor de proteína e óleo dos grãos, produtividade e os teores de nutrientes foliares da soja.....	34
4.7 Correlações entre o teor de proteína e óleo dos grãos, a produtividade e os teores de nutrientes dos grãos de soja.....	38
5. CONCLUSÕES.....	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. RESULTADOS DA ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL NA PROFUNDIDADE DE 0-20 CM. DOURADOS – MS, 2006.	15
TABELA 3. VALORES MÉDIOS PARA DIÂMETRO DE CAULE (MM), ALTURA DE PLANTA (CM), NÚMERO DE VAGENS POR PLANTA E MASSA DE 100 GRÃOS (G) DA CULTIVAR CD 202, EM FUNÇÃO DOS TRATAMENTOS DE SEMENTES E APLICAÇÃO DE MICRONUTRIENTES. DOURADOS - MS, 2006.....	24
TABELA 4. VALORES MÉDIOS DE PRODUTIVIDADE (KG HA ⁻¹) E TEORES DE ÓLEO (%) E DE PROTEÍNA (%) DOS GRÃOS DE SOJA, CULTIVAR BRS 206, EM FUNÇÃO DO TRATAMENTO DE SEMENTES E APLICAÇÃO DE MICRONUTRIENTES. DOURADOS – MS, 2006.....	25
TABELA 5. VALORES MÉDIOS PARA PRODUTIVIDADE (KG HA ⁻¹) E TEORES DE ÓLEO (%) E DE PROTEÍNA (%) DOS GRÃOS DE SOJA DA CULTIVAR CD 202, EM FUNÇÃO DO TRATAMENTO DE SEMENTES E APLICAÇÃO DE MICRONUTRIENTES. DOURADOS - MS, 2006.....	26
TABELA 6. MÉDIAS DOS TEORES FOLIARES DE NUTRIENTES NA CULTIVAR BRS 206, EM FUNÇÃO DO TRATAMENTO DE SEMENTES E APLICAÇÃO DE MICRONUTRIENTES. DOURADOS – MS, 2006.	27
TABELA 7. MÉDIAS DOS TEORES FOLIARES DE NUTRIENTES NA CULTIVAR BRS 206, EM FUNÇÃO DO TRATAMENTO DE SEMENTES E APLICAÇÃO DE MICRONUTRIENTES. DOURADOS – MS, 2006.	28
TABELA 8. MÉDIAS DOS TEORES DE NUTRIENTES NOS GRÃOS DE SOJA, CULTIVAR BRS 206, EM FUNÇÃO DO TRATAMENTO DE SEMENTES E APLICAÇÃO DE MICRONUTRIENTES. DOURADOS – MS, 2006.	29
TABELA 9. MÉDIAS DOS TEORES DE NUTRIENTES NOS GRÃOS DE SOJA, CULTIVAR CD 202, EM FUNÇÃO DO TRATAMENTO DE SEMENTES E APLICAÇÃO DE MICRONUTRIENTES. DOURADOS – MS, 2006.	29
TABELA 10. CORRELAÇÕES ENTRE TEOR DE PROTEÍNA NOS GRÃOS DE SOJA E O TEOR DE ÓLEO, AS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E PRODUTIVIDADE DA SOJA, PARA AS CULTIVARES BRS 206 E CD 202, SOB DIFERENTES TRATAMENTOS DE SEMENTES E APLICAÇÃO DE MICRONUTRIENTES. DOURADOS - MS, 2006.....	30
TABELA 11. RESULTADO DA ANÁLISE DE TRILHA PARA OS TEORES DE PROTEÍNA RELACIONADOS À PRODUTIVIDADE E TEORES DE ÓLEO NOS GRÃOS SOJA, PARA AS CULTIVARES BRS 206 E CD 202, SOB DIFERENTES TRATAMENTOS DE SEMENTES E APLICAÇÃO DE MICRONUTRIENTES. DOURADOS – MS, 2006.....	31
TABELA 12. RESULTADO DA ANÁLISE DE TRILHA DE CADEIA DUPLA PARA TEOR DE PROTEÍNA, TEOR DE ÓLEO, PRODUTIVIDADE E OS CARACTERES AGRONÔMICOS, PARA AS CULTIVARES BRS 206 E CD 202, SOB DIFERENTES TRATAMENTOS DE SEMENTES E APLICAÇÃO DE MICRONUTRIENTES. DOURADOS – MS, 2006.....	32
TABELA 13. CORRELAÇÕES CANÔNICAS E PARES CANÔNICOS ENTRE AS CARACTERÍSTICAS DO GRUPO I - TEORES DE PROTEÍNA E DE ÓLEO DOS GRÃOS E PRODUTIVIDADE E O GRUPO II – CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, PARA AS CULTIVARES BRS 206 E CD 202, SOB DIFERENTES TRATAMENTOS DE SEMENTES E APLICAÇÃO DE MICRONUTRIENTES. DOURADOS - MS, 2006.....	33

TABELA 14. COEFICIENTES DA MATRIZ ESTRUTURAL ENTRE O GRUPO I - TEORES DE PROTEÍNA E DE ÓLEO DOS GRÃOS E PRODUTIVIDADE E O GRUPO II – CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, PARA AS CULTIVARES BRS 206 E CD 202, SOB DIFERENTES TRATAMENTOS DE SEMENTES E APLICAÇÃO DE MICRONUTRIENTES. DOURADOS - MS, 2006.....	33
TABELA 15. RESULTADO DA ANÁLISE DE TRILHA DE CADEIA DUPLA PARA TEOR DE PROTEÍNA, TEOR DE ÓLEO E PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE SOJA EM FUNÇÃO DOS TEORES DE NUTRIENTES FOLIARES, PARA AS CULTIVARES BRS 206 E CD 202, SOB DIFERENTES TRATAMENTOS DE SEMENTES E APLICAÇÃO DE MICRONUTRIENTES. DOURADOS - MS, 2006.....	35
TABELA 17. COEFICIENTES DA MATRIZ ESTRUTURAL ENTRE O GRUPO I - TEORES DE PROTEÍNA E ÓLEO NOS GRÃOS E PRODUTIVIDADE E O GRUPO III - TEORES DOS NUTRIENTES FOLIARES, PARA AS CULTIVARES BRS 206 E CD 202, SOB DIFERENTES TRATAMENTOS DE SEMENTES E APLICAÇÃO DE MICRONUTRIENTES. DOURADOS - MS, 2006.....	38
TABELA 18. RESULTADO DA ANÁLISE DE TRILHA DE CADEIA DUPLA PARA TEOR DE PROTEÍNA, TEOR DE ÓLEO E PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE SOJA EM FUNÇÃO DOS TEORES DE NUTRIENTES DOS GRÃOS, PARA AS CULTIVARES BRS 206 E CD 202, SOB DIFERENTES TRATAMENTOS DE SEMENTES E APLICAÇÃO DE MICRONUTRIENTES. DOURADOS - MS, 2006.....	39
TABELA 19. CORRELAÇÕES CANÔNICAS E PARES CANÔNICOS ENTRE AS CARACTERÍSTICAS DO GRUPO I I - TEORES DE PROTEÍNA E ÓLEO NOS GRÃOS E PRODUTIVIDADES E O GRUPO IV - TEORES DOS NUTRIENTES NOS GRÃOS DE SOJA, PARA AS CULTIVARES BRS 206 E CD 202, SOB DIFERENTES TRATAMENTOS DE SEMENTES E APLICAÇÃO DE MICRONUTRIENTES. DOURADOS - MS, 2006.....	40
TABELA 20. COEFICIENTES DA MATRIZ ESTRUTURAL ENTRE O GRUPO I - TEORES DE PROTEÍNA E ÓLEO NOS GRÃOS E PRODUTIVIDADE E O GRUPO IV - TEORES DOS NUTRIENTES NOS GRÃOS DE SOJA, PARA AS CULTIVARES BRS 206 E CD 202, SOB DIFERENTES TRATAMENTOS DE SEMENTES E APLICAÇÃO DE MICRONUTRIENTES. DOURADOS - MS, 2006.....	41

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – TEMPERATURAS MÁXIMA, MÍNIMA E MÉDIA, OCORRIDAS NO PERÍODO DE OUTUBRO/2005 A MARÇO/2006. DOURADOS, MS. OS NÚMEROS DE 1 A 3, DE CADA MÊS REPRESENTAM OS DECÊNDIOS.	13
FIGURA 2 – UMIDADE RELATIVA DO AR MÁXIMA, MÍNIMA E MÉDIA, NO PERÍODO DE OUTUBRO/2005 A MARÇO/2006. DOURADOS, MS. OS NÚMEROS DE 1 A 3, DE CADA MÊS REPRESENTAM OS DECÊNDIOS.	14
FIGURA 3 – PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA REGISTRADA, EM CADA DECÊNDIO, DURANTE O PERÍODO DE OUTUBRO/2005 A MARÇO/2006. DOURADOS, MS.....	14

TEOR DE PROTEÍNA E DE ÓLEO EM GRÃOS DE SOJA OBTIDOS SOB DIFERENTES TIPOS DE MANEJO

Autora: GRACIELA DECIAN ZANON

Orientador: Prof. Dr. LUIZ CARLOS FERREIRA DE SOUZA

RESUMO

Os teores de proteína e óleo de grãos de soja podem variar em função do genótipo, do ambiente onde é cultivado e pelas práticas agronômicas, entre quais a adubação é muito importante, pois deficiências nutricionais influenciam na composição química dos grãos. O presente trabalho teve como objetivos avaliar o efeito do uso de inoculante, fungicida, e micronutrientes na produtividade e na composição química dos grãos de soja. Bem como determinar quais os caracteres estão relacionados com os teores de proteína e óleo de grãos de soja e suas inter-relações. O experimento foi desenvolvido na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, no município de Dourados, Mato Grosso do Sul, na safra 2005/06. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com dose tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de: 1 - Fungicida (via semente); 2 - Inoculante (via semente); 3 - Micronutriente Co e Mo + inoculante (via semente); 4 - Inoculante (via semente) + micronutrientes Co e Mo (via aplicação foliar, no estágio V3); 5 - Fungicida + micronutrientes Co e Mo + inoculante (via semente); 6 - Fungicida + inoculante (via semente) + micronutrientes Co e Mo (via aplicação foliar, no estágio V3); 7 - Fungicida + micronutrientes (produto comercial Bionex SF) + inoculante (via sementes); 8 - Fungicida + inoculante (via semente) + micronutriente (produto comercial Bionex SF, via foliar, aplicado no estágio V3); 9 - Fungicida + inoculante (via semente) + micronutrientes Co e Mo (via aplicação foliar, no estágio V3) + zinco foliar (7% Zn), aplicado no estágio V6; 10 - Fungicida + inoculante (via semente) + micronutrientes Co e Mo (via aplicação foliar, no estágio V3) + manganês foliar (10% Mn), aplicado no estágio V6; 11 - Fungicida + inoculante (via semente) + micronutrientes Co e Mo (via aplicação foliar, no estágio V3) + adubação foliar (10,0%N, 4,0%S, 0,5%Mg, 4,0%Mn, 2,0%Zn, 0,5%B, 0,1%Mo produto comercial Basfoliar Soja) aplicado no estágio V6; 12 – Testemunha. Foram determinadas a altura de planta, o diâmetro do caule, o número médio de vagens por planta, produtividade

e os teores de proteína e de óleo dos grãos, assim como os teores de N, P, K, S, Ca, Mg, Mg, e Zn foliares e dos grãos de duas cultivares, a BRS 206 e a CD 202. Com base nos resultados pode-se concluir que: Não há efeito do tratamento de sementes com fungicida, inoculação, aplicação de Co e Mo (via foliar e via sementes) e adubação foliar com o micronutrientes nos teores de proteína e óleo nos grãos de soja. A produtividade da cultivar BRS 206 é influenciada de forma direta e positiva pela massa de 100 grãos e o número de vagens por planta. Não foram observadas associações significativas entre as características agronômicas e os teores de proteína e óleo dos grãos de soja. Os caracteres que têm maior importância em explicar as variações nos teores de proteína dos grãos de soja são os teores foliares de nitrogênio, enxofre e zinco. Há uma forte associação entre teores de proteína nos grãos e a alta concentração de nitrogênio foliar em ambas as cultivares; O teor foliar de fósforo apresentou efeito direto negativo sobre os teores de proteína dos grãos de ambas as cultivares, e efeitos positivos sobre os teores de óleo.

Palavras chaves: *Glycine max*; composição das sementes; produtividade.

THE PROTEIN AND OIL CONTENT IN SOYBEAN OBTAINED UNDER DIFFERENT MANAGEMENT

Author: GRACIELA DECIAN ZANON

Adviser: Prof. Dr. LUIZ CARLOS FERREIRA DE SOUZA

ABSTRACT

The protein and oil contents of soybean can vary in function of the genetics of the material, of the local where is cultivated and for the practice agronomic, among them you practice agronomic the chemical manuring is very important, because mineral deficiencies influence in the chemical composition of the grains. The objective of the present work was to evaluate the effect of the inoculant use, fungicide, and micronutrients in the yield and in the chemical composition of the soybean grains. As well as to determine which varied is involved in the protein and oil content soybean grains and their interrelations. The experiment was developed in Experimental Finance of Agrarian Sciences of the “Universidade Federal da Grande Dourados”, in Dourados-MS, during the 2005/06 growing season and was arranged in randomized complete block experimental design with 12 treatments, with four repetitions. The treatments were constituted of: 1 - fungicide (seed treatments); 2 - Inoculant (seed treatments); 3 - Micronutrient Co and Mo + inoculant (seed treatments); 4 - Inoculant (seed treatments) + micronutrient Co and Mo (foliar applied, in the stadium V3); 5 - Fungicide + micronutrient Co and Mo + inoculant (seed treatments); 6 - Fungicide + inoculant (seed treatments) + micronutrientes Co and Mo (foliar applied, in the stadium V3); 7 - Fungicide + micronutrients (commercial product Bionex SF) + inoculant (seed treatments); 8 - Fungicide + inoculant (seed treatments) + micronutrient (commercial product Bionex SF, foliar applied, in the stadium V3); 9 - Fungicide + inoculant (seed treatments) + micronutrient Co and Mo (foliar applied, in the stadium V3) + zinc to foliate (7% Zn), applied in the stadium V6; 10 - fungicide + inoculant (seed treatments) + micronutrient Co and Mo (foliar applied, in the stadium V3) + manganese to foliate (10% Mn), applied in the stadium V6; 11 - fungicide + inoculant (seed treatments) + micronutrients Co and Mo (foliar applied, in the stadium V3) + manuring to foliate (10,0%N, 4,0%S, 0,5%Mg, 4,0%Mn, 2,0%Zn, 0,5%B, 0,1%Mo commercial product

Basfoliar Soja) applied in the stadium V6; 12 - the control, without treatment. They were certain the plant height, the stem diameter, the medium number of green beans for plant, productivity and the protein and oil content of the grains, as well as the tenors of N, P, K, S, Ca, Mg, Mg, and Zn foliate and of the grains of two you cultivate, BRS 206 and to CD 202. In the conditions that the experiment was developed, in soils of high fertility, the adopted treatments didn't influence significantly in the productivity and in the protein and oil content of the grains, as well as in the chemical composition to foliate and of the soybean grains, in both you cultivate them. Through it "path analysis" was observed that the productivity of cultivating BRS 206 was influenced in a direct and positive way by the mass of 100 grains and the number of green beans for plant, they put significant associations were not observed between the agronomic characteristics and the protein and oil content of the soy grains. The characters that presented larger importance in explaining the variations in the protein content of the soybean grains are the tenors foliate of nitrogen, sulfur and zinc. The analysis of canonical correlation demonstrated strong association among protein content in the grains and the high concentration of nitrogen to foliate in both you cultivate them. The tenor to foliate of match it presented negative direct effect on the protein content of the grains of both you cultivate them, however it presented positive effects on the oil content.

Key words: *Glycine max*; composition of the seeds; productivity.

1 INTRODUÇÃO

A soja é uma das mais importantes oleaginosas a nível mundial, sendo que relatório da CONAB (2007) estimou para a safra 2006/2007 uma produção de soja no Brasil de 54.874 milhões de toneladas de grãos. O Estado do Mato Grosso do Sul é responsável pela produção de 4.628 milhões de toneladas de grãos de soja, sendo uma das principais fontes da economia do Estado. Acredita-se que nos próximos anos haverá um aumento contínuo da produção, dada a crescente importância que a soja passou a ocupar na economia brasileira, sobretudo por ser uma valiosa fonte de proteína e óleo para alimentação humana e animal.

As frações de proteína e óleos nas variedades de soja lançadas até 1973 compreendiam aproximadamente 60% do total do peso seco do grão. Sendo que a quantidade de proteína variava de 29,2% a 57,9%, a de lipídeo de 14,7% a 28,4%, de acordo com a variedade (Castro et al. 1973 e Costa et al. 1974). Estes valores têm reduzido nas últimas décadas, hoje a maioria dos cultivares de soja apresenta de 30 a 45% de proteína, 15 a 25% de lipídeo

Nos últimos anos têm sido observados com frequência, pela indústria de moagem redução no teor de proteína nos grãos de soja produzido em várias regiões do Brasil. Para compensar esta redução a empresa Bunge Alimentos, localizada no município de Dourados-MS, retira o tegumento dos grãos, aumentando os custos para produção do farelo de soja.

Os teores de proteína e óleo de grãos de soja podem variar em função da genética do material, do ambiente onde é cultivado e pela forma de manejo da cultura, porém não existem estudos conclusivos sobre as formas de manejo e as correlações existentes entre estes fatores e a qualidade da soja.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do uso de inoculante, fungicida, e micronutrientes no rendimento e na composição química dos grãos de soja. E determinar quais os caracteres influenciam nos teores de proteína e óleo de grãos de soja e suas inter-relações.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura

A soja, é uma das mais importantes oleaginosas em produção sob cultivo extensivo, originária da China, expandindo-se primeiramente pelo Oriente, chegando ao ocidente no final do século XV. Porém, somente no início do século passado ela cresceu em importância no mundo Ocidental (Bonetti, 1981; Gomes, 1988).

A espécie de soja hoje cultivada pertence à divisão das Angiospermas, classe Dicotiledônea, ordem Rosales, família Leguminosae, gênero *Glycine*, sub-gênero soja e espécie *Glycine max* (L.) Merril. É uma planta anual, herbácea, normalmente de 30 a 150 cm de altura, que necessita desde a germinação até a completa maturação de 75 dias para as variedades mais precoces e até 200 dias para as mais tardias (Willians, 1950; citado por Verneti, 1983).

A necessidade hídrica da soja, para obter boas produtividades, é de 450 a 850 mm por ciclo, dependendo do clima e da duração do período de crescimento (Reichardt, 1987). Adapta-se a temperaturas de ar entre 20° e 30° C, sendo que a temperatura ideal para seu crescimento e desenvolvimento está em torno de 30° C. A adaptação de diferentes cultivares a determinadas regiões depende, além das exigências hídricas e térmicas, da sua exigência fotoperiódica.

A soja mostra resistência relativamente grande às condições climáticas limitantes, porém, o estágio de floração e enchimento de grãos é uma das mais críticas e determina a produtividade final. A maioria dos produtos fotossintéticos são translocados diretamente aos legumes que se desenvolvem no mesmo nó, durante o estágio do enchimento dos grãos. Os compostos orgânicos, translocados aos grãos, são utilizados como precursores da síntese, principalmente de proteínas e de lipídeos, que são os constituintes de reserva mais importante das sementes (Muller, 1981).

Os grãos de soja contêm aproximadamente 40% de proteína, 20% de óleo, 17% de celulose e hemicelulose, 7% de açúcares, 5 % de fibras e 6% de cinzas em base seca (Krober e Carter, 1962).

2.2 Importância do teor de proteína e de óleo nos grãos de soja

O grão da soja dá origem a produtos e subprodutos utilizados atualmente pela agroindústria de alimentos e indústria química. A soja é utilizada pela indústria de adesivos e nutrientes, alimentação animal, adubos, formulador de espumas, fabricação de fibra, revestimento, papel e emulsão de água para tintas. Também está presente em diversos produtos alimentícios, quer na forma direta, quer na forma de múltiplos derivados. Embora sua presença não seja, muitas vezes, evidente nos produtos, a leitura dos rótulos das embalagens de achocolatados, bolachas, embutidos de carne, iogurtes, sorvetes, óleos, substitutos do leite e outros, nos revela a sua importância atual (Embrapa, 2006).

A proteína da soja é a única do reino vegetal com possibilidade de substituir a proteína animal, do ponto de vista nutricional, pois contém todos os aminoácidos essenciais, e em proporção adequada, excetuando-se apenas os aminoácidos sulfurados (metionina e cistina), com níveis baixos de concentração (Canto e Turatti, 1989).

Durante muitas décadas, os consumidores procuravam simplesmente soja, depois, passaram a buscar grãos que possuíssem um teor mínimo de óleo ou proteína. Atualmente, abre-se um mercado mais diversificado e exigente na procura de tipos especiais de soja, que contenham as características físicas, químicas e biológicas adequadas a determinados produtos ou usos.

A melhoria da qualidade química e biológica da soja produzida no Brasil, além de assegurar a viabilidade econômica da cultura no país, é uma forma de contribuir para o bem estar da sociedade, sem aumentar o custo de produção e sem impactar negativamente o ambiente (Gastal, 2005).

Indústrias esmagadoras do Oeste do Paraná têm reclamado sobre o baixo teor de proteína de grãos oriundos de tal região, em virtude possivelmente de aspectos genéticos, comprometendo o nível de proteína do farelo. Supõe-se que a busca de aumento por produtividade em pesquisas genéticas, sem considerar aspectos qualitativos, tenha induzido tal problema. No relatório “Levantamento da Qualidade (Teor de Proteína) da Soja Produzida em Algumas Regiões do Paraná, Safra 1994/95”, elaborado pelo Engenheiro Agrônomo Ivo Marcos Carraro (citado por Lazzarini e Nunes, 1998), lê-se: “Considerando-se o teor de 37% (de proteína no grão) como satisfatório para a indústria, apenas dois cultivares (dentre 27) apresentaram teores acima deste, do que se pode concluir

que a grande maioria dos cultivares tende a apresentar teor de proteína abaixo do ideal para que a indústria atenda os padrões internacionais de comercialização do farelo de soja”.

O número de pedidos de informações sobre o índice de proteína e óleo nos grãos de soja por compradores estrangeiros tem aumentado. O Serviço Federal de Inspeção de Grãos (FGIS) dos Estados Unidos ofereceu o primeiro teste para índice de proteína e de óleo em 1989. Em 1993, 60% da soja exportada já apresentavam teste para o índice de proteína e óleo (Plans, 1994). Alguns compradores estrangeiros já utilizam as informações sobre as diferenças geográficas da qualidade de grãos, baseados nos dados dos estados ou das médias de regionais, usando-os como guia para selecionar o estado ou o porto de origem para a compra da soja (Hill et al., 2003).

Os padrões qualitativos têm recebido crescente atenção no cenário internacional. Hill et al. (1996), com base em dados de lotes de soja recebidos no Japão e na Europa, evidenciam que os grãos de soja oriundos do Brasil apresentam vantagens qualitativas relacionadas a um maior teor de óleo e proteína e um menor teor de impurezas, quando comparados a lotes da Argentina e dos Estados Unidos. Porém, apresentam desvantagens associadas a maiores teores de umidade, ácidos graxos livres (prejudiciais ao processo de refino) e grãos avariados. Claramente, isto aponta para uma necessidade de explorar melhores tais características qualitativas antes que os competidores o façam.

Pesquisas realizadas em Illinois, nos Estados Unidos, objetivando identificar diferenças nos índices de óleo e proteína neste estado (Hill et al. (2003), observaram diferenças significativas para os teores de óleo e de proteína entre as regiões norte e sul do Estado de Illinois. Concluíram que a diferença do fotoperíodo e do graus dias de cada região poderia ter afetado a composição dos grãos. Os teores de óleo e de proteína diferiram de ano para ano em todas as regiões. Quanto ao preço pago pelos produtos não foram observados correlação entre a composição da soja e o valor de comercialização.

Segundo Lazzarine e Nunes (1998) o pagamento por qualidade diferenciada (essencialmente proteína) seria desejável, mas esbarra na falta de infra-estrutura de armazenagem para classificar padrões distintos de qualidade.

O Ministério da Agricultura e do Abastecimento (1997), no documento de requisitos mínimos para determinação do valor de cultivo e uso de soja para inscrição no registro nacional de cultivares – RNC, determina que a qualidade industrial das cultivares de soja deverá ser expressa pelos teores de óleo e de proteína nos grãos, em percentagem, e sobre o peso da matéria seca do grão.

2.3 Fatores que podem afetar o teor de proteína e óleo nos grãos de soja

2.3.1 Melhoramento do teor de proteína dos grãos

A soja foi introduzida no Brasil em 1882, na Bahia, por Gustavo Dutra. Daffert levou-a para o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) em 1892. Posteriormente, foi levada para o Rio Grande do Sul. Em 1928, foram introduzidas 60 variedades de soja no município de Santa Rosa, RS. No mesmo município, foi construída a primeira fábrica brasileira destinada à extração do óleo de soja. Em 1947, foram feitas as primeiras hibridações, na tentativa de obter cultivares por meio de cruzamentos artificiais. Na década de 50, foram ampliadas as pesquisas com soja, aumentando significativamente as coleções de cultivares. Foram introduzidas nos EUA, no Japão e em vários pontos do Brasil diferentes linhagens de soja (Freitas, 2002).

O objetivo do trabalho de melhoramento da soja era selecionar ou desenvolver cultivares com elevada produtividade, altura da planta e de inserção das primeiras vagens adequadas à mecanização da lavoura, resistência ao acamamento e à deiscência natural das vagens, resistência a doenças, com boa qualidade de sementes e alto rendimento de óleo e proteína (Freitas, 2002).

As pesquisas em melhoramento genético da soja no Brasil têm seguido basicamente demandas tradicionais por aumento de produtividade e redução de custos produtivos, sendo também marcada pela busca de resistência a pragas e doenças, tais como o cancro da haste, o nematóide do cisto e doenças de final de ciclo. Além disso, pesquisas têm sido direcionadas para promover variações do ciclo produtivo da cultura, tanto para promover alongamento do ciclo visando facilitar o planejamento do manejo cultural, quanto, por outro lado, para promover maior precocidade para regiões de menor latitude (fronteiras agrícolas), além de permitir cultivo de “safrinha” (Lazzarini e Nunes, 1998).

O teor de proteína é, em particular, um aspecto que tem sido bastante observado, muito embora existam evidências de que um aumento neste atributo no grão tenda a reduzir o teor de óleo e, talvez mais importante, a produtividade da cultura (Chung e Buhr, 1997). Obviamente, tal decisão irá depender dos preços relativos de cada um destes atributos. Assumindo-se uma tendência de mercado mais favorável para o farelo (valorizando, portanto, a proteína como atributo qualitativo), ressalta-se a necessidade de se avançarem tanto às pesquisas tecnológicas quanto estudos econômicos visando avaliar

se as possíveis perdas em produtividade poderão ser compensadas pela maior vantagem qualitativa do farelo (Lazzarini e Nunes, 1998).

Há algumas décadas atrás, o óleo extraído da soja era o produto principal e a torta residual, rica em proteína, era um subproduto que tinha uso restrito. Com o desenvolvimento da indústria da soja nos Estados Unidos, maior ênfase foi dada à obtenção de cultivares altamente produtivas e com alto conteúdo de proteína (Verneti, 1983). Durante a década de 40, foi claramente compreendido o valor da proteína adicional em rações para bovinos e aves. O grão de soja quando comparado com outros grãos de oleaginosas, a soja possui alto teor de proteína e balanço de aminoácidos, o que é desejável.

Existe entre a proteína e óleo, uma alta correlação negativa de aproximadamente de 0,8. O conteúdo de proteína também apresenta correlação genética desfavorável, com outras características importantes como a produtividade (Verneti, 1983; Voldeng et al., 1997). Pesquisas realizadas no Canadá, Wilcox e Guodong (1997) testando cultivares de hábito de crescimento determinado e indeterminado, observaram relação negativa entre rendimentos de grãos e teor de proteína, apenas nas populações de hábito de crescimento indeterminado. Bonato et al. (2000) no Rio Grande do Sul, testaram 26 genótipos de soja lançados após 1990 em três diferentes ambientes, não observaram nos genótipos e nos ambientes, associações significativas entre a produtividade de grãos e os teores de proteína, no entanto a associação entre teor de proteína e o de óleo foi significativamente negativa.

Estudos realizados com o cultivar FT109 no estado de São Paulo, evidenciaram que o teor de proteína variou de 32,84 % a 41,78 % e teor de óleo variou de 12,95% a 19,95%, mostrando que existe uma variabilidade em função da posição na área experimental e que existe o potencial de se gerenciar a produtividade do talhão em termos de maximizar os teores de proteína dos grãos, se as relações causa/efeito forem determinadas (Balastreire, et al., 2000).

Bonato et al. (2000), observaram que os teores de óleo e proteína de 26 genótipos de soja diferiram estatisticamente entre três regiões do Rio Grande do Sul. Concluindo que os fatores ambientais podem contribuir fortemente para a concentração de proteína nos grãos, independentemente dos genes *per se*. Neste trabalho constatou-se que as condições do solo e as condições climáticas variáveis entre as regiões afetaram de forma diferente os genótipos, pois as interações entre os genótipos e locais também foram

altamente significativas, demonstrando que os genótipos de soja estudados reagem diferentemente em relação às condições ambientais onde são cultivados.

Estudos que avaliaram o efeito da temperatura nas concentrações de proteína e óleo de cinco cultivares de soja, em dez ambientes durante dois anos, concluiu que a distribuição de chuvas durante o período de enchimento de grãos e a disponibilidade de nitrogênio para as sementes durante o mesmo período, são peças-chaves para o melhor entendimento das variações dos teores de proteína e óleo nas sementes de soja (Pípolo 2002).

2.3.2 Nutrição mineral: nutrientes relacionados ao teor de proteína e óleo nos grãos de soja

O aumento progressivo da produtividade da soja, resultante do uso intensivo de técnicas agrícolas modernas e do melhoramento genético da soja, tem provocado uma extração crescente de micronutrientes dos solos, sem que se estabeleça uma reposição adequada. Associado a esse fato, a má correção da acidez do solo e o manejo inadequado dos solos ocasionando o decréscimo acentuado no teor de matéria orgânica, também podem limitar a disponibilidade de micronutrientes essenciais à nutrição da soja e ao perfeito estabelecimento da associação *Bradyrhizobium* x soja (Sfredo et al., 1997b), contribuindo para a variação da composição química dos grãos de soja.

A adequada nutrição em N, P, K e S, dado às suas funções no metabolismo de síntese de proteínas e lipídeos, influem nos teores destes nos grãos. Segundo Faquim (1994) a aplicação de doses crescente de N, em geral, diminui o teor de óleo e faz aumentar o de proteína dos grãos. O aumento das doses de P comumente favorece o conteúdo de óleo.

O nitrogênio é o nutriente requerido em maior quantidade pela cultura da soja, pois os grãos são muito ricos em proteína, apresentando um teor médio de 6,5 % de N. Para se produzir 1000 kg de grãos de soja são necessários 65 kg de N. Apesar do controle genético, a concentração de proteína nos grãos de soja parece também ser altamente influenciada pela disponibilidade de nitrogênio (Hungria e Vargas, 2000; Hungria et al., 2001). Este nutriente participa no metabolismo das plantas, como constituinte de moléculas de proteínas, coenzimas, ácidos nucleicos, citocromos, moléculas de clorofila, sendo considerado um dos elementos mais importantes para o aumento da produção em milho (Ferreira, 1997).

O molibdênio e cobalto atuam em conjunto no processo de fixação biológica de nitrogênio e podem favorecer o acúmulo de até 100 kg ha⁻¹ do nutriente para a cultura da soja (Favarin e Marini, 2000). Na planta, o molibdênio participa como co-fator integrante nas enzimas nitrogenase, que catalisa a redução do N₂ atmosférico a NH₃. A nitrogenase de molibdênio consiste de uma ferro-proteína (Fe-proteína) e de uma molibdênio-ferro-proteína (MoFe-proteína). A Fe-proteína funciona como doadora de elétrons para a MoFe-proteína, em um processo dependente de hidrólise de MgATP (Price et al., 1972; Lantmann, 2002 e Teixeira et al., 1998).

Adições de Co, em solução nutritiva purificada, resultaram em aumento de produtividade de matéria seca de 52% em soja inoculada com *B. japonicum*. Plantas sem cobalto revelaram sintomas típicos de deficiência de N e apresentaram teor de N total inferior às supridas com Co (Ahmed e Evans, 1960). Tratamento de Meschede et al. (2004) sementes com Mo e Co aumentou significativamente o teor de proteínas médio dos grãos de soja, de 36,87 % para 38,39% (Meschede et al. 2004).

A disponibilidade de produtos comerciais contendo micronutrientes tem aumentado nos últimos anos, e existem resultados experimentais mostrando grande variabilidade de resposta à sua aplicação. Por outro lado, o aumento na produtividade da soja e, por consequência, a diminuição do custo relativo no uso de micronutrientes e a expectativa de ganhos em escala tem motivado produtores a utilizar micronutrientes como cobalto, boro e, principalmente molibdênio, pela sua influência na fixação simbiótica de nitrogênio na soja (Ceretta et al., 2005).

De acordo com Vidor e Peres (1988), a adubação com Mo via tratamento de sementes é a prática mais fácil e eficaz de adubação. Entretanto, a aplicação desse nutriente nas sementes de soja na forma de molibdato pode prejudicar a sobrevivência do *Bradyrhizobium*, causando prejuízos à nodulação e à fixação do N₂.

Em Londrina-PR, Sfredo et al. (1997a) constataram que a aplicação de Mo via semente aumentou os teores de N e de Mo nos grãos, bem como a produção de grãos e teor proteína indicando a participação efetiva desse micronutriente no metabolismo do N.

Trabalho realizado por Mann et al. (2002), em Minas Gerais, avaliando a influência da aplicação de Mn na folha e no solo, sobre a qualidade de sementes de duas cultivares de soja, concluíram que os maiores teores de proteína foram encontrados nos tratamentos que receberam as maiores doses de Mn, independentemente do cultivar, revelando uma superioridade média de 4,95% quando comparados com a testemunha. Os

autores observaram ainda diferenças nos teores de proteína entre as cultivares avaliadas, sendo que os teores de óleo permaneceram acima de 20,0% nos tratamentos que receberam Mn, em ambas as cultivares.

Também verificaram alteração no teor de óleo em condições de baixos níveis de Mn nas folhas (<10 ppm), e que as condições climáticas e a localização geográfica são fatores que influenciam nos teores de óleo em soja (Wilson et al. (1982).

O manganês atua na síntese da clorofila, pigmento que confere a cor verde às folhas. A deficiência desse micronutriente e a oxidação excessiva da clorofila é responsável pela substituição da cor verde por um tom esbranquiçado das folhas, diminuição da fotossíntese e da produtividade. O nutriente tem papel fundamental em vários processos enzimáticos da planta (Dechen et al., 1991; Favarin e Marini, 2000).

Existem evidências de que o Mn tem efeito indireto na redução do nitrato uma vez, que a atividade da redutase do nitrato é dependente de substrato produzido fotossinteticamente pela geração de agentes redutores em folhas verdes. Como a fotossíntese é limitada pela deficiência de Mn, é possível que a fonte do agente redutor em plantas deficientes em Mn seja minimizada Assim, pode-se sugerir que o Mn desempenha papel indireto na geração de esqueletos de C e N para a síntese de proteínas (Heenan e Campbell, 1980).

O Zn é responsável direto pela síntese do triptofano, um precursor do AIA, e indireto pela síntese de proteínas. Plantas com deficiência de Zn apresentam desestruturação dos ribossomos citoplasmáticos, a qual promove redução do conteúdo ribossomal e, conseqüentemente, da síntese protéica, levando ao acúmulo de aminoácidos livres (Kitagishi e Obata, 1986; Marschner, 1995). O Zn está estreitamente envolvido no metabolismo de nitrogênio nas plantas e, conseqüentemente, na síntese protéica (Malavolta, 1986; Faquin, 1994). Também foi observado redução na concentração de triptofano e aumento na concentração de aminoácidos totais e proteínas solúveis totais nas folhas após a pulverização com Zn (Malta et al. (2002).

As respostas a micronutrientes têm sido mais freqüentes nas condições do Cerrado, onde Broch e Fernandes (1999) mostraram que em 12 experimentos com micronutrientes aplicados via sementes, houve aumento de até 6,5 sacas ha⁻¹ na produtividade da soja. No entanto, no sul do Brasil a resposta positiva a micronutrientes na produtividade depende muito da combinação de uma série de fatores, não bem compreendidos por insuficiente número de experimentos realizados. Por isso, há a

necessidade de mais estudos que auxiliem os técnicos e produtores na sua tomada de decisão sobre o uso de micronutrientes, embora se deva considerar que este tema sempre será objeto de discussão para cada situação, evitando-se generalizações.

2.3.3 Tratamento de sementes com inoculante e fungicida

A fixação biológica do nitrogênio é a principal fonte de N para a cultura da soja. Bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, quando em contato com as raízes da soja, infectam, via pêlos radiculares, formando os nódulos (Chueiri et al., 2006). Dentro dos nódulos, as bactérias, através de uma enzima chamada dinitrogenase, conseguem quebrar a tripla ligação (N=N) do N₂ atmosférico e provocar a sua redução até NH₃ (amônia), a mesma forma obtida no processo industrial. Essa amônia é rapidamente incorporada aos íons H⁺, abundantes nas células das bactérias, ocorrendo a transformação em íons amônio (NH₄⁺) que serão distribuídos para a planta hospedeira e incorporados em formas de N orgânico (Hungria et al, 1997).

Avanços no melhoramento genético da planta e nas pesquisas em microbiologia do solo tornaram possíveis substituir a adubação nitrogenada pelo uso de inoculantes com estirpes de rizóbio (*Bradyrhizobium japonicum* e *Bradyrhizobium elkanii*). Isso proporcionou um suprimento de quase todo nitrogênio demandado pela cultura, equivalente a mais de 250 kg de N ha⁻¹ por cultivo (Urquiaga et al., 1999), o que representa uma economia para o país equivalente a 1,4 bilhões de dólares por ano, associado a não importação de fertilizantes nitrogenados. A cultura da soja retira, anualmente, cerca de 200 kg de N ha⁻¹ do solo. De um modo geral, nossos solos conseguem fornecer apenas 20 a 40 kg de N ha⁻¹. Conseqüentemente, mesmo se o solo for rico em N, se os 160 a 180 kg de N restantes não forem repostos o reservatório de N do solo logo ficará esgotado. Dessa forma, as opções são a de fornecer fertilizantes nitrogenados ou inocular a soja com rizóbio (Chueiri et al., 2006). Segundo Vargas et al. (1982), a fixação biológica do N₂ na soja é capaz de sustentar produções de até 4 t ha⁻¹ sem o uso de fertilizantes nitrogenados.

Muitos agricultores deixam de fazer a reinoculação com *Bradyrhizobium*, em função da capacidade da bactéria colonizar o solo saprofiticamente. Porém, a reinoculação é benéfica porque mesmo o rizóbio estando presente no solo, ocorre competição com as estirpes nativas de rizóbio que são menos eficientes na fixação

biológica do nitrogênio. Além disso, sob condições ambientais desfavoráveis, as estirpes nativas se sobressaem e acabam por predominar no solo.

Com a inoculação feita a cada cultivo aumentam as chances das estirpes selecionadas (que são mais eficientes) colonizarem as raízes (Câmara e Lepnardo, 1998; Chueiri et al., 2006). Resultados obtidos por Mercante (2005), no período correspondente às safras de 1996/97 a 2004/05 concluiu que a reinoculação pode proporcionar ganhos no rendimento de grãos da soja, tanto no sistema convencional como no sistema plantio direto, podendo atingir aumentos de até 22%, reforçando a recomendação dessa prática.

A aplicação do Mo nas sementes no momento da semeadura antecede a aplicação do inoculante. O contato do Mo com o inoculante prejudica o *Bradyrhizobium* e, conseqüentemente, a fixação biológica do nitrogênio. Albino e Campo (2001) testando alternativas de fornecer Mo para a soja e a fixação biológica do nitrogênio sem afetar a sobrevivência da bactéria, a nodulação e a eficiência do processo de fixação biológica do nitrogênio, concluíram que a aplicação de Mo nas sementes com o inoculante deve ser evitada, porque ele reduz o número de células de *Bradyrhizobium*, a nodulação e a fixação biológica do nitrogênio.

A maioria das combinações de fungicidas indicados para o tratamento de sementes reduz a nodulação e a fixação biológica do nitrogênio (Campo e Hungria, 2000). A maior freqüência de efeitos negativos do tratamento de sementes com fungicidas na fixação biológica do nitrogênio ocorre em solos de primeiro ano de cultivo com soja, com baixa população de *Bradyrhizobium* spp. (Chueiri et al., 2006). Assim, alguns autores sugerem o tratamento de sementes com fungicidas e a aplicação de micronutrientes via pulverização foliar (Campo e Hungria, 2000, Campo et al., 2000 e 2001).

A soja é afetada no campo por grande número de patógenos. Fungos, bactérias e vírus, que podem causar sérios prejuízos à agricultura em geral. Muitos desses patógenos utilizam a semente como veículo de sobrevivência e de disseminação a longas distâncias. O tratamento de sementes com fungicidas é uma prática utilizada por um número cada vez maior de sojicultores. Além de controlar patógenos importantes transmitidos pela semente, é uma prática eficiente para assegurar populações adequadas de plantas, quando as condições edafoclimáticas durante a semeadura são desfavoráveis à germinação e à rápida emergência da soja, deixando a semente exposta por mais tempo a fungos habitantes do solo, como *Rhizoctonia solani*., *Fusarium* spp. e *Aspergillus* spp. e

Pythium spp. que, entre outros danos, podem causar a sua deterioração no solo ou a morte de plântulas (Embrapa, 2006; Krzyzanowski et al., 2006).

O tratamento de semente de soja com fungicidas foi recomendado oficialmente pela primeira vez no Brasil em 1981, para a maioria dos estados produtores. Em 1983, tal técnica foi estendida para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, abrangendo, dessa maneira, todas as regiões brasileiras. Estima-se que, na safra 2004/05, o tratamento de semente com fungicidas foi utilizado em cerca de 95% da área semeada com soja no país (Krzyzanowski et al., 2006).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e período da experimentação

Os experimentos foram desenvolvidos na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), no município de Dourados (MS) localizado na latitude 22°11'55" S, longitude 54°56'7" W e 452 m de altitude, na safra 2005/06.

3.2 Elementos de clima

Os dados climatológicos de temperatura e umidade relativa do ar máxima, mínima e média, e precipitação pluviométrica, registrada no período de outubro de 2005 e abril de 2006, foram obtidos através da Estação Meteorológica da Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD e podem ser observados nas Figuras de 1 a 3.

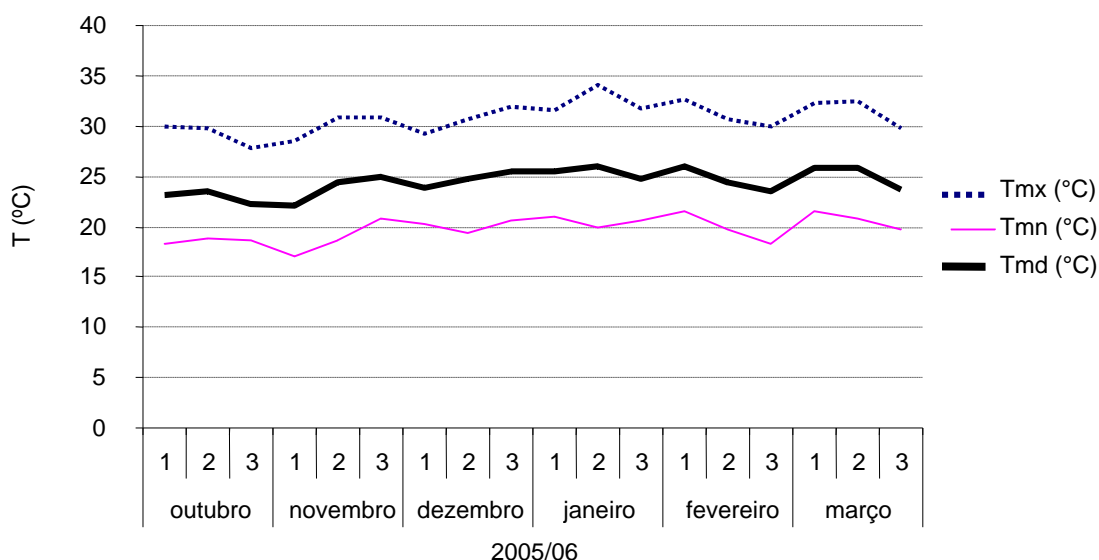


Figura 1 – Temperaturas máxima, mínima e média, ocorridas no período de outubro/2005 a março/2006. Dourados - MS. Os números de 1 a 3, de cada mês representam os decêndios.

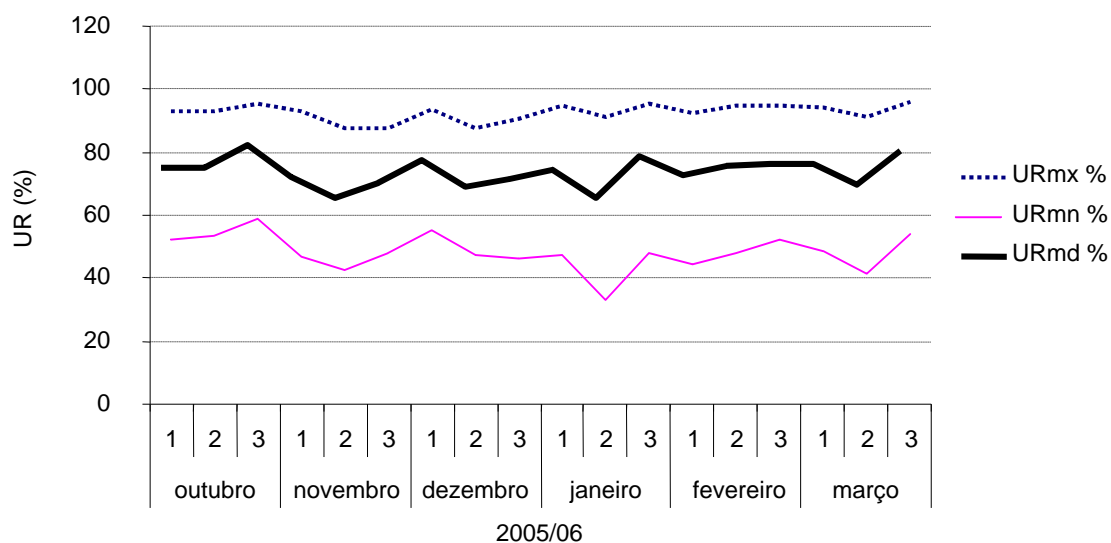


Figura 2 – Umidade relativa do ar máxima, mínima e média, no período de outubro/2005 a março/2006. Dourados - MS. Os números de 1 a 3, de cada mês representam os decêndios.

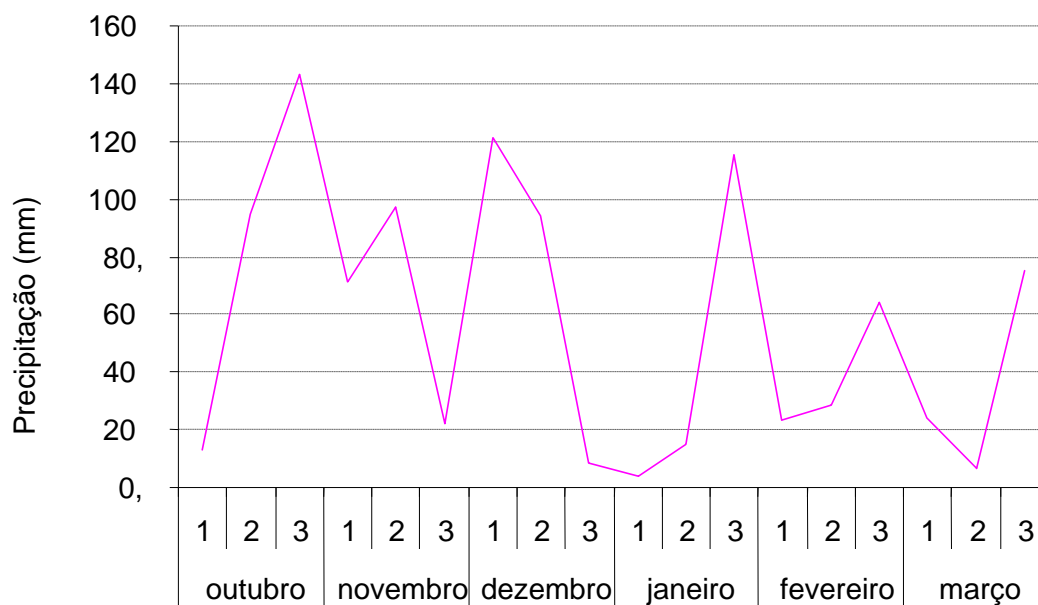


Figura 3 – Precipitação pluviométrica registrada, em cada decêndio, durante o período de outubro/2005 a março/2006. Dourados - MS.

3.3 Características do solo

Os resultados da análise química do solo, classificado como Latossolo Vermelho Escuro Distroférico, na profundidade de 0-20 cm, foram obtidas pelo Laboratório de Solos da Embrapa Agropecuária do Oeste e encontram-se nas Tabelas 1.

Tabela 1. Resultados da análise química do solo da área experimental na profundidade de 0-20 cm. Dourados – MS, 2006.

M.O.	pH	H+Al	Al	Mg	Ca	K	CTC	V	P	Fe	Mn	Cu	Zn
g dm ⁻³	CaCl ₂	-----cmolc dm ⁻³ -----				-----			%	-----mg dm ⁻³ -----			
25,6	4,90	4,98	0,03	1,81	5,11	0,85	12,7	60,9	47,5	40,3	32,2	11,6	6,5

3.4 Delineamento experimental e instalação do experimento

Foram realizados dois experimentos com delineamento experimental de blocos casualizados, com dose tratamentos e quatro repetições.

Os tratamentos adotados foram:

- 1 - fungicida (via semente);
- 2 - Inoculante (via semente);
- 3 - Micronutrientes Co e Mo + inoculante (via semente);
- 4 - Inoculante (via semente) + micronutrientes Co e Mo (via aplicação foliar, no estágio V3);
- 5 - Fungicida + micronutrientes Co e Mo + inoculante (via semente);
- 6 - Fungicida + inoculante (via semente) + micronutrientes Co e Mo (via aplicação foliar, no estágio V3);
- 7 - Fungicida + micronutrientes (produto comercial Bionex SF, via semente) + inoculante (via sementes);
- 8 - Fungicida + inoculante (via semente) + micronutrientes (produto comercial Bionex SF, via foliar, aplicado no estágio V3);
- 9 - Fungicida + inoculante (via semente) + micronutrientes Co e Mo (via aplicação foliar, no estágio V3) + zinco foliar (43% Zn), aplicado no estágio V6;
- 10 - Fungicida + inoculante (via semente) + micronutrientes Co e Mo (via aplicação foliar, no estágio V3) + manganês foliar (10% Mn), aplicado no estágio V6;

11 - Fungicida + inoculante (via semente) + micronutrientes Co e Mo (via aplicação foliar, no estágio V3) + adubação foliar com micronutrientes (produto comercial Basfoliar Soja) aplicado no estágio V6;

12 – testemunha, sem tratamento de sementes e aplicação de nutrientes foliara.

O fungicida utilizado no tratamento de sementes foi o carbendazim + thiram na dosagem de 200 mL por 100 kg de sementes. A inoculação foi realizada com o inoculante líquido (Biomax Premium Líquido – Soja), constituído das estirpes SEMIA 587 e SEMIA 5079, população mínima de 3×10^9 células viáveis por mL do produto, na dosagem de 100 mL por 50 kg de sementes.

Nos tratamentos com Co Mo, foi utilizado o produto comercial Basfoliar CoMo HC (0,7% de Co e 12,0% de Mo) na dose de 150 mL ha^{-1} quando aplicado via semente e $0,3 \text{ mL ha}^{-1}$ aplicado via foliar. A fonte de Zn foi o produto comercial Basfoliar Zinco 700 SC (43% de Zn) na dose de $0,75 \text{ L ha}^{-1}$, aplicado via foliar. A fonte de Mn foi o produto comercial Basfoliar Mn (10% Mn) na dose de $2,0 \text{ L ha}^{-1}$. O Bionex SF (8% Mo, 0,4% Co, 0,5 % B, 2,5% Zn, 0,5% Mn, 0,1% Cu e 0,3 % Fe), foi usado na dose de $0,3 \text{ L ha}^{-1}$ nos tratamento de semente e $1,0 \text{ L ha}^{-1}$ em aplicação via foliar. No tratamento com Basfoliar Soja (10,0% N, 4,0% S, 0,5% Mg, 4,0% Mn, 2,0% Zn, 0,5% B e 0,1% Mo) a dose do produto foi de $4,0 \text{ L ha}^{-1}$, aplicado via foliar.

As cultivares de soja avaliadas foram a CD 202 que apresenta baixo teor protéico na composição dos grãos e a BRS 206 que possui altos teores de proteína no grão.

A semeadura foi realizada no dia 06-11-2005, no sistema plantio direto, sob palhada de milho. Os sulcos foram abertos com máquina semeadora-adubadora, com a distribuição das sementes realizada manualmente, com uma densidade de 25 sementes por metro linear, deixando-se após o desbaste, 15 plantas. A adubação utilizada foi de 300 kg ha^{-1} da fórmula 0-20-20 na linha do plantio e 500 kg ha^{-1} gesso em cobertura. Cada parcela foi constituída por com quatro linhas de soja, espaçadas entre si de 0,45 m, cinco metros de comprimento. Próximo da semeadura da soja foi realizado a dessecação das plantas daninhas com glifosate. O tratamento das sementes foi realizado separadamente, em função dos tratamentos, utilizando-se sacos plásticos de 5 kg para homogeneização do fungicida, micronutrientes e inoculantes.

O controle de plantas daninhas foi realizado em pós-emergência, utilizando-se os herbicidas Bentazon na dose de $1,0 \text{ L ha}^{-1}$ e Sethoxydim na dose de $1,2 \text{ L ha}^{-1}$. O controle

de lagartas foi realizado com uma aplicação do inseticida Clorpirifós na dose de 0,250 L ha⁻¹ e o controle de percevejos com uma aplicação de Metamidofós na dose de 0,50 L ha⁻¹. Na fase de início de enchimento das vagens (R 5.1), foi aplicado de forma preventiva para as doenças de final de ciclo e ferrugem asiática, a mistura dos fungicidas Epoxiconazole + Pyraclostrobin, na dose de 0,5 L ha⁻¹ do produto comercial.

Foram realizadas irrigações suplementar durante a ocorrência de veranicos registrados no terceiro decêndio de dezembro de 2005 e no primeiro e segundo decêndio de janeiro de 2006 (Figura 3), utilizando-se irrigação por aspersão convencional com os aspersores dispostos no espaçamento de 12 x 12 metros ,

3.5 Características analisadas

Teor de nutrientes foliar

No início do florescimento da cultura foi feita amostragem de folhas, coletando-se a terceira folha com pecíolo a partir do ápice das plantas, em número de dez por parcela. Estas amostras foram lavadas em água deionizada, colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 60 ± 2 °C, até atingir massa constante, e moída. Foram determinadas os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, manganês e zinco, conforme os métodos descritos em Malavolta et al. (1997).

Teor de N e proteína nos grãos de soja

Após a colheita, foram separados 1,0 kg de grãos de soja por parcela para determinações do teor de nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, zinco, manganês, óleo e proteína nos grãos. No Laboratório de Bioquímica da Faculdade de Ciências Agrárias da UFGD, os grãos de soja foram previamente secados em estufa, com circulação de ar forçado, à temperatura de 65° C, até peso constante. Foram pesados, então, 100 g de grãos de cada variedade; o material seco foi moído em um multiprocessador, para a determinação dos teores de fósforo, potássio, enxofre, nitrogênio e de proteína.

O teor de o teor de nitrogênio e proteína foi determinado, de acordo com o método de Kejl Dahl, descrito pela AOAC (1984) e Chang (1998). Utilizando-se por tratamento, amostra de 100 mg da massa moída de grãos, adicionando-se 10 mL da mistura digestora (5,0 g de sulfato de cobre II pentahidratado e 5,0 g de óxido de selênio II,

dissolvidos em 500 mL de ácido sulfúrico concentrado). Aqueceu-se a solução até a mesma tornar-se translúcida. Após resfriamento, foi agregado 1,0 mL de peróxido de hidrogênio a 30%, aquecendo-se, a seguir, por mais 30 minutos. Em seguida, foram lavadas as paredes dos tubos resfriados com água destilada e foi efetuada a transferência do material para o aparelho de destilação. No aparelho faz-se reagir o material com 35 mL de hidróxido de sódio a 40%, recolhendo-se o gás amônia em 25 mL de ácido bórico a 4%. A seguir, foi titulada a solução com ácido clorídrico 0,05 mol L⁻¹. O teor de nitrogênio foi determinado de acordo com a seguinte equação:

$$\%N = \frac{V \times M \times f \times 14}{m} \times 100$$

onde: V = Volume de ácido clorídrico gasto na titulação;

M = Molaridade do ácido clorídrico;

f = Fator de padronização do ácido, e

m = Massa da amostra.

Após obtenção do percentual de nitrogênio, foi utilizado o fator 6,25 no cálculo de proteína bruta.

Teor de P, K, S, Ca, Mg, Mn e Zn nos grãos

A extração do P, K, S, Ca, Mg, Mn e Zn deu-se através da digestão nítrico-perclórica a quente e a determinação foi realizada por espectrometria de absorção molecular (P), espectrofotometria de absorção atômica (Ca, Mg, Mn e Zn), espectrofotometria de emissão de chama (K) e turbidimetria de sulfato de bário (S), segundo metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

Teor de óleo nos grãos de soja

A avaliação teor de óleo nas sementes foi feita por aparelho de espectrometria de ressonância magnética nuclear (NMR), realizada no Laboratório de Análises Químicas da Embrapa Soja em Londrina, PR, utilizando-se uma amostra de 3,0 g de sementes.

Caracteres agronômicos da planta

Os caracteres agronômicos de campo foram determinados na colheita, em cinco plantas aleatoriamente selecionadas em cada parcela, nas quais foram efetuadas as seguintes avaliações:

- Altura de planta: para esta determinação foi tomada a altura em centímetros, da distância entre a superfície do solo até o ápice, com o auxílio de uma régua graduada.
- Diâmetro do caule: determinado com o auxílio de paquímetro, a um centímetro acima do nível solo.
- Número médio de vagens por planta: Foi contado o total de vagens produzidas pelas cinco plantas de cada parcela, determinando-se o número médio de vagens por plantas.
- Produtividade e massa de 100 grãos

A produtividade foi determinada através da massa de grãos, em quilogramas, produzido nas duas linhas úteis de cada parcela experimental. Os dados foram transformados em quilogramas por hectare, com correção para teor de umidade de 13%.

No Laboratório de Sementes da UFGD foram separadas e pesadas duas amostras de 100 grãos por parcela, para determinação da massa de 100 grãos.

3.6 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância aplicando-se teste de F, as médias foram comparadas entre si pelo teste SNK a 5% de probabilidade. Foram estimadas as correlações simples para todos os caracteres pela seguinte expressão:

$$r = [C\hat{v}(x, y)] / [\hat{V}(x)\hat{V}(y)]^{1/2}, \text{ onde:}$$

r = correlação simples ou fenotípica;

$C\hat{v}(x,y)$ = covariância dos caracteres x e y e

$\hat{V}(x)$ e $\hat{V}(y)$ = variância dos caracteres x e y , respectivamente.

A significância estatística dos coeficientes de correlação simples foi medida por:

$$t = [r(n - 2)^{1/2}]/(1 - r^2)^{1/2}, \text{ onde:}$$

n = número de indivíduos avaliados;

r^2 = quadrado da correlação simples e

t está associado a $n-2$ graus de liberdade.

Foram realizadas análises de correlação canônica para analisar o relacionamento entre pares de conjuntos de caracteres (Grupos I, II, III e IV) cada conjunto contendo vários caracteres (Grupo I: teores de proteína e óleo dos grãos e produtividade;

Grupo II: características agronômicas; Grupo III: teores foliares de nutrientes e; Grupo IV: teores dos nutrientes dos grãos).

A correlação canônica é uma variação do conceito de análise de regressão e correlação múltipla. Na análise canônica, analisa-se o relacionamento entre uma combinação linear do conjunto de variáveis X com uma combinação linear de um conjunto de variáveis Y (Johnson e Wichern, 1998; Cruz et al., 2004).

O modelo da correlação canônica utilizado foi o seguinte:

Consideraram-se dois conjuntos de variáveis $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_p$ e $X_1, X_2, X_3, \dots, X_q$. Construíram-se as combinações lineares.

$$Z = u_1Y_1 + u_2Y_2 + u_3Y_3 + \dots + u_pY_p \text{ e}$$

$W = v_1X_1 + v_2X_2 + v_3X_3 + \dots + v_qX_q$ e determinou-se u_i e v_i de forma que r_{ZW} foi um máximo. Em termos de modelo geral tem-se:

$$u_1Y_1 + u_2Y_2 + u_3Y_3 + \dots + u_pY_p = v_1X_1 + v_2X_2 + v_3X_3 + \dots + v_qX_q.$$

Cada uma das combinações lineares (somas ponderadas) anteriores foram chamadas de variáveis canônicas. A correlação ao quadrado entre duas variáveis canônicas foi chamada de raiz canônica.

Analísaram-se os valores dos coeficientes (pesos) nas variáveis canônicas, descrevendo variáveis latentes subjacentes aos conjuntos de combinações lineares (variáveis canônicas).

Extraiu-se mais de uma raiz canônica de dois conjuntos de variáveis, pois se tem em um mesmo conjunto mais de uma dimensão latente. Então, o número possível de raízes canônicas extraídas foi igual ao menor número de variáveis em um dos dois conjuntos estudados. Quando se extrai mais de uma raiz, cada par sucessivo de variáveis canônicas explica uma proporção adicional única da variabilidade existente nos dois conjuntos de variáveis iniciais. Os sucessivos pares de variáveis canônicas são ortogonais entre si e com um poder de explicação da variabilidade cada vez menor (Khattree e Naik, 2000)

Os estudos de correlação entre caracteres não permitem concluir sobre relações de causa e efeito. Desta forma, a existência de uma correlação entre os caracteres X e Y não implica que Y é causado por X, ou vice-versa. A correlação mede apenas o grau de associação entre caracteres. Para se determinar a relação de causa e efeito, foi realizada a análise de trilha que consiste no estudo dos efeitos diretos e indiretos de vários caracteres

sobre uma variável básica. As estimativas dos efeitos foram obtidas por meio de equações de regressão, em que as variáveis originais foram previamente padronizadas.

Este método forneceu quantidades, chamadas de coeficiente de trilha, que medem a influência direta de uma variável sobre outra, independentemente das demais, no contexto de relações de causa e efeito. Efetuou-se também o desdobramento dos coeficientes de correlação simples em seus efeitos diretos e indiretos. A causa e o efeito foram estabelecidos “*a priori*”, de tal forma que uma variável é a causa das variações de outras, e que, determinados pares de variações são correlacionados como o efeito de determinada causa em comum (Sokal e Rohlf, 1995).

Coefficientes de trilha são coeficientes de regressão parciais padronizados. Como no caso de coeficientes de regressão parciais, eles medem o efeito direto de uma variável independente ou explicativa sobre uma variável dependente ou básica, após a “remoção” da influência de todas as outras variáveis independentes incluídas na análise.

Os caracteres estudados foram os teores de proteína dos grãos (como variável dependente) e os teores de óleo e produtividade (como variáveis independente) para análise de trilha de cadeia simples. Para análises de trilha de cadeia dupla, avaliaram-se o teor de proteína e óleo dos grãos e a produtividade (variáveis básicas) e as características agronômicas (variáveis explicativas). Compararam-se também, por meio de análise de trilha de cadeia dupla, as variáveis básicas com os teores de nutrientes das folhas e dos grãos (variáveis explicativas). Como a relação entre as variáveis explicativas e a variável básica é estruturalmente multiplicativa, transformaram-se os dados para a escala logarítmica, de modo que fosse obtida a determinação completa do modelo aditivo de regressão linear múltipla (Cruz et al., 2004).

Após o estabelecimento das equações básicas da análise de trilha, a resolução na forma matricial foi obtida pelo sistema de equações $X'X\hat{\beta}=X'Y$, onde:

$X'X$ = matriz não-singular das correlações entre as variáveis explicativas;

$\hat{\beta}$ = vetor coluna de coeficientes de trilha e

$X'Y$ = vetor coluna das correlações entre as variáveis explicativas e a variável principal.

A solução de mínimos quadrados desse sistema é dada por: $\hat{\beta} = (X'X)^{-1} X'Y$. O coeficiente de determinação das variáveis explicativas sobre a variável principal é dado por:

$$R_{0.12}^2 = \hat{p}_{01}r_{01} + \hat{p}_{02}r_{02},$$

Enquanto o efeito residual é expresso por:

$$\hat{p}_E = \sqrt{1 - R_{0.12}^2}.$$

O grau de multicolinearidade da matriz $X.X$ foi estabelecido de acordo com os critérios indicados por Montgomery e Peck (1981), que se baseiam nos valores do determinante e do número de condição (NC = razão entre o maior e o menor autovalor) dessas matrizes. Para detectar os caracteres que contribuíram para o aparecimento da multicolinearidade, foi efetuada a análise dos elementos dos autovetores associados aos autovalores, descrita por Belsley et al. (1980). Na ocorrência de multicolinearidade moderada a severa entre as variáveis primárias ou secundárias de um diagrama causal específico, adotou-se o procedimento da eliminação de variáveis que contribuíram para o aparecimento dessa multicolinearidade, e empregou-se a metodologia alternativa aos dos quadrados mínimos, idealizada por Carvalho (1995) para estimação dos coeficientes de trilha. Carvalho (1995) propôs a modificação do sistema de equações normais, pela introdução de uma constante K à diagonal da matriz $X.X$, à semelhança do método de regressão em crista (.ridge regression.) proposto por Hoerl e Kennard (1970a). Assim, utilizando-se esta metodologia, os coeficientes de trilha foram obtidos pela solução da equação $(X'X + KIp) \Theta^* = X'Y$ em que $X.X$ é a matriz de correlações entre as variáveis independentes do modelo de regressão; K é uma pequena quantidade adicionada aos elementos da diagonal da matriz $X.X$; Ip é a matriz identidade; Θ^* é o vetor dos estimadores dos coeficientes de trilha; e $X.Y$ é a matriz de correlações entre a variável dependente com cada variável independente do modelo de regressão. O valor adequado referente à constante K foi determinado, neste ensaio, pelo exame do traço da crista (Hoerl e Kennard, 1970b). O traço da crista foi obtido plotando-se os parâmetros estimados (coeficientes de trilha) em função dos valores de K , no intervalo de $0 < K < 1$. O menor valor de K capaz de estabilizar a maioria dos estimadores dos coeficientes de trilha foi empregado.

As análises para determinação das associações entre os caracteres, o diagnóstico de colinearidade das matrizes explicativas, e todas as demais análises foram realizadas pelo programa Genes (Cruz, 2006).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características agrônômicas da soja

Verificou-se diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste de SNK ($p < 0,05$), apenas para as variáveis altura de planta (para a cultivar BRS 206, Tabela 2) e massa de 100 grãos (para a cultivar CD 202, Tabela 3). Para as demais variáveis analisadas não houve efeito significativo ($p > 0,05$) entre os tratamentos em ambas cultivares estudadas (Tabelas 4, 5, 6, 7, 8 e 9).

Tabela 2. Valores médios para diâmetro de caule (mm), altura de planta (cm), número de vagens por planta e massa de 100 grãos (g) da cultivar BRS 206, em função dos tratamentos de sementes e aplicação de micronutrientes. Dourados - MS, 2006.

Tratamento	Diâmetro de caule (mm)	Altura de planta (cm)	Nº. de vagens por planta	Massa de 100 grãos (g)
Fungicida (v.s.)	9,54	110,8 a	74,7	18,01
Inoculante (v.s.)	9,91	111,6 a	72,8	18,05
Co e Mo e inoc. (v.s.)	10,0	105,3 ab	73,0	18,12
Inoc. (v.s.) e Co e Mo (V3)	7,79	104,4 ab	58,4	18,20
Fung.e Co e Mo e inoc. (v.s.)	8,75	104,3 ab	59,0	18,14
Fung. e inoc. (v.s.)+ Co e Mo (V3)	8,04	95,3 ab	59,9	18,16
Fung. e inoc. e Bionex SF (v.s.)	7,62	97,4 ab	51,6	17,99
Fung. e inoc. (v.s.)+ Bionex SF (V3)	8,58	99,2 ab	59,0	17,74
Fun./ino. (v.s.)+ Co e Mo (V3) + Zn (V6)	8,91	92,2 ab	68,4	17,08
Fun./ino. (v.s.) + Co/Mo (V3) + Mn (V6)	8,58	94,7 ab	59,7	17,91
Fun./ino.(v.s.)+Co/Mo(V3)+Basfoliar Soja (V6)	8,50	92,7 ab	59,5	17,65
Testemunha	8,29	89,7 b	52,9	17,67
Média	8,71 ^{ns}	99,8 [*]	59,1 ^{ns}	17,89 ^{ns}
C.V. (%)	16,68	8,36	21,38	4,72

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de SNK ($p < 0,05$).^{ns} não-significativo pelo teste de F ($p > 0,05$).
v.s. = via semente; V3 = terceiro nó e V6 = sexto nó, estádios de aplicação via foliar.

Na Tabela 2, pode ser observado que a menor média de altura de planta, para a cultivar BRS 206, foi obtida na testemunha (89,7 cm). A cultivar é considerada de porte médio, com média de altura de 68 cm, mas neste trabalho chegou-se a atingir 111,6 cm, comprovando que esta característica é muito sensível as variações do ambiente. Segundo Marschner (1995) plantas bem supridas com nutrientes são mais vigorosas e, conseqüentemente, apresentam maior crescimento, pois o metabolismo é mais eficiente.

O diâmetro de caule, o número de vagens por planta e a massa de 100 grãos não foram influenciados pelos tratamentos de sementes nem pela adubação foliar para a

cultivar BRS 206, sendo que a massa de 100 grãos esta em conformidade a média descrita para o genótipo (17,9 g) conforme Teixeira et al. (2000).

Tabela 3. Valores médios para diâmetro de caule (mm), altura de planta (cm), número de vagens por planta e massa de 100 grãos (g) da cultivar CD 202, em função dos tratamentos de sementes e aplicação de micronutrientes. Dourados - MS, 2006.

Tratamento	Diâmetro de caule (mm)	Altura de planta (cm)	Nº. de vagens por planta	Massa de 100 grãos (g)
Fungicida (v.s.)	5,67	98,0	57,0	15,26 b
Inoculante (v.s.)	6,08	91,4	71,0	15,75 ab
Co e Mo e inoc. (v.s.)	5,84	94,0	73,2	15,19 b
Inoc. (v.s.) e Co e Mo (V3)	5,83	89,6	70,2	16,27 ab
Fung.e Co e Mo e inoc. (v.s.)	6,00	85,2	69,6	15,72 ab
Fung. e inoc. (v.s.)+ Co e Mo (V3)	6,33	91,3	72,5	15,57 ab
Fung. e inoc. e Bionex SF (v.s.)	5,08	95,0	64,6	16,23 ab
Fung. e inoc. (v.s.)+ Bionex SF (V3)	5,59	96,0	64,4	17,51 a
Fun./ino. (v.s.)+ Co e Mo (V3) + Zn (V6)	4,67	87,5	72,0	16,53 ab
Fun./ino. (v.s.) + Co/Mo (V3) + Mn (V6)	5,67	82,7	70,0	15,47 ab
Fun./ino.(v.s.)+Co/Mo(V3)+Basfoliar Soja (V6)	5,17	92,9	65,7	15,15 b
Testemunha	6,08	92,2	80,7	16,37 ab
Média	5,67 ^{ns}	91,3 ^{ns}	69,2 ^{ns}	15,98 [*]
C.V. (%)	16,07	8,57	18,23	5,76

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de SNK ($p < 0,05$).^{ns} não-significativo pelo teste de F ($p > 0,05$).
v.s. = via semente; V3 = terceiro nó e V6 = sexto nó, estádios de aplicação via foliar.

Para a cultivar CD 202, o tratamento com fungicida e inoculante via sementes e o produto comercial Bionex SF via foliar no estágio V3 foi o que apresentou maior média de massa de 100 grãos (17,5 g), diferindo estatisticamente dos tratamentos que usaram somente o fungicida via semente; apenas inoculante com cobalto e molibdênio via sementes; e fungicida e inoculante via sementes, cobalto e molibdenio em V3 e Basfoliar Soja em V6 (Tabela 3). No entanto, esta diferença na massa de 100 grãos não influenciou estatisticamente na produtividade da cultivar (Tabela 5).

4.2 Teor de proteína e óleo dos grãos e produtividade da soja

Não houve diferença entre os tratamentos quanto à produtividade e nem para os teores de proteína e de óleo em ambas cultivares (Tabela 4 e 5). Segundo Teixeira et al. (2000) a cultivar BRS 206 tem potencial para alta produtividade, com média de 3.422 kg ha⁻¹ e apresenta nos grãos teores médios de óleo e proteína de 21,39% e 41,78%, respectivamente. A média de produtividade obtida nesta pesquisa foi 3.905 kg ha⁻¹, sendo 17 % superior a descrita para a cultivar. Em contrapartida, observou-se redução nas médias dos teores de proteína dos grãos (35,6 %), em relação a descrita para a cultivar. De modo

geral, o menor teor de proteína nos grãos pode estar relacionado ao "fator diluição", uma vez que ocorreu aumento na produtividade, este efeito também relatado por Sfredo et al. (1997a) e Maehler et al. (2003). Tanaka et al. (1995), estudando o efeito da adubação potássica e da calagem sobre os teores de proteína dos grãos de soja, também observaram que o aumento da produtividade de grãos, reduziu as concentrações de proteína dos grãos.

Alguns autores sugerem que a produtividade de grãos de soja, em geral, é inversamente correlacionada com o teor de proteínas nos grãos (Voldeng et al., 1997; Wilcox e Guodong, 1997; Burton, 1987). Isso ocorre, segundo Bhatai e Rabson (1976), em função da competição por esqueletos de carbono disponíveis para a produção de carboidratos e proteína; neste processo, a síntese de proteína requer maior gasto de energia. Segundo Kelling e Fixen (1992), quando a necessidade de nitrogênio para o crescimento da planta e a produção de grãos é satisfeita, o nutriente acumulado é então translocado e usado para aumentar a concentração de proteína no grão.

A média de produtividade para a cultivar CD 202, observada na Tabela 5 (3.207 kg ha⁻¹), está de acordo com a observada por Harada et. al. (1999) em onze ambientes, de 3.200 kg ha⁻¹. As médias dos teores de óleo (21,3 %) e de proteína (32,6 %) obtidas, são inferiores às descritas pela Coodetec (2006) (22,7% para óleo e 36,4 % para proteína).

Tabela 4. Valores médios de produtividade (kg ha⁻¹) e teores de óleo (%) e de proteína (%) dos grãos de soja, cultivar BRS 206, em função do tratamento de sementes e aplicação de micronutrientes. Dourados – MS, 2006.

Tratamento	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Óleo (%)	Proteína (%)
Fungicida (v.s.)	3999	22,2	35,9
Inoculante (v.s.)	4279	21,9	36,0
Co e Mo e inoc. (v.s.)	4529	21,7	35,8
Inoc. (v.s.) e Co e Mo (V3)	3986	22,3	34,9
Fung.e Co e Mo e inoc. (v.s.)	3856	22,3	35,5
Fung. e inoc. (v.s.)+ Co e Mo (V3)	4113	21,9	35,4
Fung. e inoc. e Bionex SF (v.s.)	3472	22,2	35,1
Fung. e inoc. (v.s.)+ Bionex SF (V3)	3488	22,5	35,9
Fun./ino. (v.s.)+ Co e Mo (V3) + Zn (V6)	4127	21,4	35,4
Fun./ino. (v.s.) + Co/Mo (V3) + Mn (V6)	3689	22,4	35,5
Fun./ino.(v.s.)+Co/Mo(V3)+Basfoliar Soja (V6)	3464	21,9	35,7
Testemunha	3855	21,8	35,5
Média	3905 ^{ns}	22,0 ^{ns}	35,6 ^{ns}
C.V. (%)	11,54	3,20	2,34

^{ns} não-significativo pelo teste de F (p>0,05).

v.s. = via semente; V3 = terceiro nó e V6 = sexto nó, estádios de aplicação via foliar.

Os teores de proteína encontrados nos grãos das cultivares testadas estão bem abaixo do requerido para a indústria esmagadora. Segundo Pípolo (2002) o farelo de soja exportado pelo Brasil deve apresentar 46% de proteína. Para se atingir esse teor de proteína no farelo o grão deve apresentar uma concentração mínima de 40 % de proteína no grão. Quando este valor não é atingido, podem-se utilizar recursos como a retirada do tegumento da soja que apresenta menor concentração de proteína, encarecendo o custo de produção, ou o produto vai sofrer deságio no mercado.

Tabela 5. Valores médios para produtividade (kg ha^{-1}) e teores de óleo (%) e de proteína (%) dos grãos de soja da cultivar CD 202, em função do tratamento de sementes e aplicação de micronutrientes. Dourados - MS, 2006.

Tratamento	Produtividade (kg ha^{-1})	Óleo (%)	Proteína (%)
Fungicida (v.s.)	3237	20,8	32,3
Inoculante (v.s.)	3305	19,9	32,2
Co e Mo e inoc. (v.s.)	3174	22,0	32,9
Inoc. (v.s.) e Co e Mo (V3)	3282	21,2	33,1
Fung.e Co e Mo e inoc. (v.s.)	3153	20,6	32,3
Fung. e inoc. (v.s.)+ Co e Mo (V3)	3182	20,5	32,5
Fung. e inoc. e Bionex SF (v.s.)	3121	21,7	33,0
Fung. e inoc. (v.s.)+ Bionex SF (V3)	2961	21,3	32,9
Fun./ino. (v.s.)+ Co e Mo (V3) + Zn (V6)	3156	22,3	32,8
Fun./ino. (v.s.) + Co/Mo (V3) + Mn (V6)	3359	20,7	32,4
Fun./ino.(v.s.)+Co/Mo(V3)+Basfoliar Soja (V6)	3473	21,6	32,0
Testemunha	3081	22,5	32,4
Média	3207 ^{ns}	21,3 ^{ns}	32,6 ^{ns}
C.V. (%)	11,08	6,90	3,77

^{ns} não-significativo pelo teste de F ($p>0,05$).

v.s. = via semente; V3 = terceiro nó e V6 = sexto nó, estádios de aplicação via foliar.

Estes resultados estão de acordo com os observados por Campo e Lantmann (1998), que em experimento conduzido em Campo Mourão (PR) não observaram efeito positivo com a aplicação de zinco, cobalto, molibdênio e boro em relação à produtividade e o teor de nitrogênio nos grãos de soja. Os autores concluem que o solo em estudo possuía alto teor de matéria orgânica e, desta forma, teve maior capacidade de adsorção de molibdênio, e maior capacidade de fornecer os micronutrientes zinco, boro, cobalto e especialmente molibdênio para uma boa fixação biológica do nitrogênio e uma boa produtividade da soja.

Marcondes e Caíres (2005), em trabalhos com aplicação de cobalto e molibdênio na semente, não observaram influência do molibdênio no número de vagens por planta, nos teores de nitrogênio nos grãos, altura de planta, e na produtividade. O cobalto influenciou negativamente na altura de planta e na produtividade de grãos, devido

à fitotoxidez deste elemento. Meschede et al. (2004) também não observaram efeito do suprimento de nutrientes (N, S, Zn, B, Mn, Fe, Cu, Mo e Co) fornecidos por diferentes produtos via foliar nos teores de proteínas dos grãos e na produtividade. Porém esses autores observaram que o tratamento de sementes com molibdênio e cobalto melhorou significativamente a qualidade de sementes em relação ao teor de proteínas, assim como a produtividade.

4.3 Teor dos nutrientes foliares da soja

A análise foliar evidenciou que os teores de nutrientes não foram influenciados pelos tratamentos adotados (Tabela 6 e 7). Isto, provavelmente, se deve à elevada disponibilidade destes nutrientes no solo da área experimental (Tabela 1). Os teores médios de nitrogênio, enxofre, cálcio e magnésio observados encontram-se na faixa de suficiência e os teores de fósforo e potássio encontram-se um pouco baixos em relação aos teores propostos por Kurihara (2004).

Tabela 6. Médias dos teores foliares de nutrientes na cultivar BRS 206, em função do tratamento de sementes e aplicação de micronutrientes. Dourados – MS, 2006.

Tratamento	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹	
	N	P	K	S	Ca	Mg	Mn	Zn
Fungicida (v.s.)	37,7	2,2	16,7	2,0	17,6	5,7	115,5	34,2
Inoculante (v.s.)	38,0	2,2	17,1	2,1	18,2	5,7	96,7	29,7
Co e Mo e inoc. (v.s.)	37,0	2,2	18,3	2,2	16,7	5,4	126,7	29,5
Inoc. (v.s.) e Co e Mo (V3)	36,5	2,4	15,7	2,3	16,4	5,2	129,0	33,7
Fung.e Co e Mo e inoc. (v.s.)	36,9	2,2	16,5	2,1	16,2	5,0	125,2	31,5
Fung. e inoc. (v.s.)+ Co e Mo (V3)	37,0	2,2	17,0	2,1	14,4	4,6	156,5	33,7
Fung. e inoc. e Bionex SF (v.s.)	37,3	2,4	14,0	2,6	15,7	4,8	103,0	27,5
Fung. e inoc. (v.s.)+ Bionex SF (V3)	37,8	2,3	16,3	2,3	16,5	5,3	112,0	31,2
Fun./ino. (v.s.)+ Co e Mo (V3) + Zn (V6)	37,4	2,4	17,3	2,2	14,4	4,6	131,7	33,2
Fun./ino. (v.s.) + Co/Mo (V3) + Mn (V6)	37,3	2,3	15,0	1,9	18,0	5,6	102,2	33,2
Fun./ino.(v.s.)+Co/Mo(V3)+Basfoliar Soja (V6)	37,1	2,4	16,6	2,4	18,7	6,2	122,5	36,2
Testemunha	37,0	2,5	18,2	2,5	17,1	4,7	121,2	32,7
Média	37,2 ^{ns}	2,3 ^{ns}	16,5 ^{ns}	2,2 ^{ns}	16,6 ^{ns}	5,2 ^{ns}	120,2 ^{ns}	32,2 ^{ns}
C.V. (%)	5,21	7,75	12,01	18,77	13,32	13,00	19,50	10,15

^{ns} não-significativo pelo teste de F (p>0,05).

v.s. = via semente; V3 = terceiro nó e V6 = sexto nó, estádios de aplicação via foliar.

Os tratamentos com aplicação foliar de manganês e zinco não alteraram os teores destes elementos nas folhas (Tabelas 6 e 7). Os teores foliares de manganês e zinco são considerados altos e suficientes, respectivamente, segundo Kurihara (2004).

Tabela 7. Médias dos teores foliares de nutrientes na cultivar BRS 206, em função do tratamento de sementes e aplicação de micronutrientes. Dourados – MS, 2006.

Tratamento	N	P	K	S	Ca	Mg	Mn	Zn
Fungicida (v.s.)	36,4	2,3	22,1	2,2	10,4	3,2	89,0	33,0
Inoculante (v.s.)	36,4	2,2	22,0	1,7	10,5	3,3	77,5	34,7
Co e Mo e inoc. (v.s.)	41,0	2,3	24,2	2,0	9,6	3,3	94,7	32,0
Inoc. (v.s.) e Co e Mo (V3)	36,9	2,4	21,7	2,2	10,3	3,3	84,5	35,7
Fung. e Co e Mo e inoc. (v.s.)	35,4	2,2	23,5	1,9	10,5	3,1	89,0	36,2
Fung. e inoc. (v.s.)+ Co e Mo (V3)	37,6	2,3	21,1	1,8	10,3	3,2	87,5	32,7
Fung. e inoc. e Bionex SF (v.s.)	37,1	2,3	21,1	1,6	10,5	3,4	98,7	37,0
Fung. e inoc. (v.s.)+ Bionex SF (V3)	33,1	2,2	22,6	2,0	10,2	3,3	74,5	39,0
Fun./ino. (v.s.)+ Co e Mo (V3) + Zn (V6)	38,2	2,2	21,6	2,0	10,2	3,2	77,7	34,0
Fun./ino. (v.s.) + Co/Mo (V3) + Mn (V6)	37,9	2,3	22,8	1,8	11,3	3,4	75,2	33,5
Fun./ino.(v.s.)+Co/Mo(V3)+Basfoliar Soja (V6)	39,1	2,1	23,8	2,1	9,3	3,2	73,2	33,0
Testemunha	37,5	2,2	21,7	1,9	10,1	3,3	89,2	36,7
Média	37,2 ^{ns}	2,3 ^{ns}	22,3 ^{ns}	1,9 ^{ns}	10,3 ^{ns}	3,3 ^{ns}	84,2 ^{ns}	34,8 ^{ns}
C.V. (%)	12,11	7,04	9,97	16,40	11,07	9,06	7,39	9,75

^{ns} não-significativo pelo teste de F (p>0,05).

v.s. = via semente; V3 = terceiro nó e V6 = sexto nó, estádios de aplicação via foliar.

Provavelmente, as necessidades nutricionais destes elementos foram supridas pelo solo, que apresentam altos teores destes nutrientes, 32,2 mg dm⁻³ de Mn e 6,5 mg dm⁻³ de Zn (Tabela 1). A disponibilidade do manganês e do zinco no solo é dependente do pH do solo e tende a diminuir com aumento do pH (Malavolta, 1986; Borkert, 1991). O pH do solo da área onde foi realizada a presente pesquisa é de 4,9 (Tabela 1), o que favorece a disponibilidade destes nutrientes para as plantas.

4.4 Teor dos nutrientes nos grãos de soja

Os teores de nutrientes nos grãos também não foram alterados significativamente em função dos tratamentos utilizados. As médias dos teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio dos grãos, observados nas Tabelas 8 e 9 estão em conformidade com os obtidos por Sfredo et. al. (1997a) em trabalho realizado em Londrina (PR), com micronutrientes e inoculante via sementes, os teores dos micronutrientes manganês e zinco estão em média 30% abaixo do observado por estes autores, no entanto estão de acordo com os observados por Yamada et al. (2003).

Tabela 8. Médias dos teores de nutrientes nos grãos de soja, cultivar BRS 206, em função do tratamento de sementes e aplicação de micronutrientes. Dourados – MS, 2006.

Tratamento	P	K	S	Ca	Mg	Mn	Zn
Fungicida (v.s.)	5,7	17,7	2,3	2,7	2,5	20,0	40,5
Inoculante (v.s.)	5,1	17,7	3,2	2,6	2,5	21,7	35,2
Co e Mo e inoc. (v.s.)	5,0	18,2	2,8	2,6	2,4	21,0	35,5
Inoc. (v.s.) e Co e Mo (V3)	5,2	17,8	2,2	2,6	2,4	24,2	38,7
Fung.e Co e Mo e inoc. (v.s.)	5,1	18,3	2,9	2,6	2,4	21,5	37,5
Fung. e inoc. (v.s.)+ Co e Mo (V3)	5,1	18,2	2,7	2,5	2,3	22,2	35,7
Fung. e inoc. e Bionex SF (v.s.)	5,1	17,7	2,2	2,6	2,3	22,2	37,5
Fung. e inoc. (v.s.)+ Bionex SF (V3)	5,2	18,2	2,8	2,6	2,4	23,0	36,5
Fun./ino. (v.s.)+ Co e Mo (V3) + Zn (V6)	5,2	18,2	2,7	2,5	2,2	21,0	35,5
Fun./ino. (v.s.) + Co/Mo (V3) + Mn (V6)	5,3	18,3	2,5	2,4	2,4	21,2	37,0
Fun./ino.(v.s.)+Co/Mo(V3)+Basfoliar Soja (V6)	5,1	18,7	3,0	2,5	2,4	22,0	35,7
Testemunha	5,0	17,8	2,9	2,5	2,3	21,7	36,5
Média	5,1 ^{ns}	18,1 ^{ns}	2,7 ^{ns}	2,6 ^{ns}	2,4 ^{ns}	21,8 ^{ns}	36,8 ^{ns}
C.V. (%)	6,50	3,87	11,82	5,62	4,76	9,85	6,85

^{ns} não-significativo pelo teste de F (p>0,05).

v.s. = via semente; V3 = terceiro nó e V6 = sexto nó, estádios de aplicação via foliar.

Tabela 9. Médias dos teores de nutrientes nos grãos de soja, cultivar CD 202, em função do tratamento de sementes e aplicação de micronutrientes. Dourados – MS, 2006.

Tratamento	P	K	S	Ca	Mg	Mn	Zn
Fungicida (v.s.)	4,9	18,8	2,2	2,1	2,4	19,5	40,0
Inoculante (v.s.)	4,6	18,8	2,1	2,3	2,7	17,5	38,7
Co e Mo e inoc. (v.s.)	4,7	18,6	2,2	2,2	2,5	20,2	38,7
Inoc. (v.s.) e Co e Mo (V3)	4,5	18,3	2,0	2,5	2,8	19,7	38,7
Fung.e Co e Mo e inoc. (v.s.)	4,7	17,2	1,8	2,2	2,4	17,7	37,2
Fung. e inoc. (v.s.)+ Co e Mo (V3)	4,4	18,0	2,0	2,1	2,4	20,2	37,2
Fung. e inoc. e Bionex SF (v.s.)	5,0	18,0	2,0	2,6	2,6	21,0	41,0
Fung. e inoc. (v.s.)+ Bionex SF (V3)	4,7	18,2	1,9	2,4	2,6	18,5	40,5
Fun./ino. (v.s.)+ Co e Mo (V3) + Zn (V6)	4,9	18,0	2,0	2,5	2,6	19,5	40,2
Fun./ino. (v.s.) + Co/Mo (V3) + Mn (V6)	4,8	18,2	2,2	2,4	2,5	19,2	37,2
Fun./ino.(v.s.)+Co/Mo(V3)+Basfoliar Soja (V6)	4,5	18,3	1,8	2,3	2,5	19,5	39,0
Testemunha	4,8	18,2	2,7	2,6	2,5	21,2	43,5
Média	4,7 ^{ns}	18,2 ^{ns}	2,1 ^{ns}	2,3 ^{ns}	2,5 ^{ns}	19,5 ^{ns}	39,3 ^{ns}
C.V. (%)	6,74	3,84	15,88	12,79	10,29	8,64	8,10

^{ns} não-significativo pelo teste de F (p>0,05).

v.s. = via semente; V3 = terceiro nó e V6 = sexto nó, estádios de aplicação via foliar.

Geralmente, o zinco se acumula em folhas velhas, sendo que as raízes contêm maiores concentrações de zinco que a parte aérea, especialmente quando as plantas são cultivadas em solos ricos com esse elemento. O zinco é um micronutriente de mobilidade intermediária no floema e sua maior ou menor translocação depende de sua

disponibilidade na parte vegetativa, pois, quando em maiores concentrações, apresenta-se complexado a compostos orgânicos de baixo peso molecular (Marschner, 1995). Aparentemente, o zinco liga-se com frequência a proteínas solúveis de baixo peso molecular, embora possa também formar complexos insolúveis, como no caso da associação com o fitato (Kabata-Pendias e Pendias, 1984). O manganês parece ser pouco transportado pelo floema, o que pode explicar sua concentração relativamente baixa em frutos, sementes e órgãos de reserva das raízes (Kabata-Pendias e Pendias, 1984).

4.5 Correlações entre teor de proteína e óleo dos grãos e as características agronômicas e produtivas da soja

Na Tabela 10, encontram-se as correlações entre os teores de proteína e a produtividade, teor de óleo nos grãos e características agronômicas. Observa-se o comportamento diferenciado de cada material genético testado. Na cultivar BRS 206 apenas o diâmetro de caule e o número de vagens e a altura de plantas apresentaram correlações significativas ($r = 0,8164^*$; $0,6608^*$; $0,4413^*$ respectivamente) indicando que estas variáveis influenciam de algum modo, a expressão do teor de proteína nos grãos. A cultivar CD 202 apresentou correlação significativa e negativa somente entre o teor de proteína e a massa de 100 grãos ($r = -0,5098^*$).

Tabela 10. Correlações entre teor de proteína nos grãos de soja e o teor de óleo, as características agronômicas e produtividade da soja, para as cultivares BRS 206 e CD 202, sob diferentes tratamentos de sementes e aplicação de micronutrientes. Dourados - MS, 2006.

Variáveis	Teor de Proteína	
	BRS 206	CD 202
Produtividade	0,2321	-0,3652
Teor de óleo	-0,1057	0,2858
Massa de 100 grãos	0,3172	-0,5098*
Diâmetro de caule	0,8164*	-0,0705
Altura de planta	0,4413*	0,2972
Número de vagens	0,6608*	-0,1339

Segundo Montardo et al. (2003) uma das formas para avaliar a relação entre variáveis é por intermédio da análise de correlações. Porém, esse tipo de análise não permite concluir sobre relações de causa e efeito, sendo apenas uma medida de associação entre as variáveis. A metodologia de análise de trilha foi adaptada para investigar as

relações entre os componentes da produtividade em culturas produtoras de grãos, situação na qual é muito utilizada.

Decompondo as correlações, por meio de análise de trilha de cadeia dupla, analisou-se as variáveis produtividade, teor de óleo nos grãos e características agronômicas segundo seus efeitos diretos e indiretos sobre o teor de proteína (Tabelas 11 e 12). Na ocorrência de multicolinearidade moderada a severa entre as variáveis primárias ou secundárias de um diagrama causal específico, adotou-se o procedimento da eliminação de variáveis que contribuíram para o aparecimento da multicolinearidade. Após os testes observou-se que o diâmetro de caule apresentou multicolinearidade severa entre as variáveis e o mesmo foi eliminado dos testes de correlações.

Na análise de trilha, o coeficiente de determinação obtido foi de 0,0291 e de 0,1786 e o efeito da variável residual foi de 0,9853 e 0,9063 para as cultivares BRS 206 e CD 202, respectivamente (Tabela 11). Para que uma variável independente seja considerada importante sobre a variável dependente (proteína) é necessário que o valor numérico do seu efeito direto seja maior que o efeito da variável residual. É importante, também, que os coeficientes de correlação sejam altos em valor absoluto, para que as inferências com relação à análise de trilha possam ser realizadas de forma mais precisa. Com base nisto, observa-se que as variáveis analisadas apresentaram um efeito direto não significativo e de baixa magnitude.

Tabela 11. Resultado da análise de trilha para os teores de proteína relacionados à produtividade e teores de óleo nos grãos soja, para as cultivares BRS 206 e CD 202, sob diferentes tratamentos de sementes e aplicação de micronutrientes. Dourados – MS, 2006.

Variável =====> Produtividade	BRS 206	CD 202
Efeito direto sobre o Teor de proteína	0,1156	-0,3018
Efeito indireto via óleo	0,0120	-0,0634
Total	0,2321	-0,3652
Variável =====> Teor de óleo		
Efeito direto sobre o teor de proteína	-0,0215	-0,2218
Efeito indireto via produtividade	-0,0648	-0,0863
Total	-0,1057	-0,3081
Coeficiente de determinação:	0,0291	0,1786
Efeito da variável residual:	0,9853	0,9063

Não foram observados efeitos significativos para os teores de proteína entre as variáveis analisadas para as cultivares estudadas (Tabela 12). Os coeficientes associados

aos efeitos diretos e indiretos das variáveis analisadas apresentaram valores numéricos inferiores aos das variáveis residuais.

Tabela 12. Resultado da análise de trilha de cadeia dupla para teor de proteína, teor de óleo, produtividade e os caracteres agrônômicos, para as cultivares BRS 206 e CD 202, sob diferentes tratamentos de sementes e aplicação de micronutrientes. Dourados – MS, 2006.

Variável	Teor de proteína		Teor de óleo		Produtividade	
	BRS 206	CD202	BRS 206	CD202	BRS 206	CD202
Variável =====> Massa de 100 grãos						
Efeito direto sobre o	-0,2553	-0,6188	0,0748	0,1990	0,7844	0,3957
Efeito indireto via altura de planta	0,4740	-0,0347	0,3621	0,0392	-0,4134	-0,0040
Efeito indireto via núm. de vagens por planta	0,0985	-0,0198	-0,2146	0,0448	0,1715	-0,0079
Total	0,3172	-0,6733	0,2223	0,2829	0,5424	0,3839
Variável =====> Altura de planta						
Efeito direto sobre o	0,5582	-0,3195	0,4264	0,3610	-0,4868	-0,0366
Efeito indireto via massa de 100 grãos	-0,2168	-0,0726	0,0635	0,0216	0,6661	0,0429
Efeito indireto via núm. de vagens por planta	0,0999	0,0949	-0,2177	-0,2150	0,1739	0,0377
Total	0,4413	-0,2972	0,2722	0,1676	0,3532	0,0441
Variável =====> Número de vagens por planta						
Efeito direto sobre o	0,3378	-0,2138	-0,5361	0,4846	0,5982	-0,0851
Efeito indireto via massa de 100 grãos	-0,0744	-0,0618	0,0218	0,0184	0,2286	0,0366
Efeito indireto via altura de planta	0,1650	0,1417	0,1261	-0,1601	-0,1440	0,0162
Total	0,4285	-0,1339	-0,3882	0,3429	0,6829	-0,0323
Coeficiente de determinação:	0,3101	0,6072	0,5657	0,2830	0,6493	0,1531
Efeito da variável residual:	0,8306	0,6267	0,6590	0,8468	0,5922	0,9203

Para a cultivar BRS 206, a massa de 100 grãos e o número de vagens apresentaram efeito direto e positivo (0,7844 e 0,5982) respectivamente, sobre a produtividade. Isto indica que para se aumentar a produtividade é necessário aumentar a massa de 100 grãos e o número de vagens por planta.

Para avaliar as inter-relações entre os grupos de caracteres analisados realizou-se a análise de correlações canônicas. A Tabela 13 apresenta as correlações canônicas e os pares canônicos estimados entre as características de produtividade, teor de proteína e de óleo (grupo I) e características agrônômicas (grupo II) da soja. Com esta análise pode-se observar que apenas o primeiro par canônico, da cultivar BRS 206, apresentou correlações canônicas significativas ($p < 0,05$), pelo teste de qui-quadrado.

Na Tabela 14, estão os coeficientes da matriz dos fatores canônicos, ou seja, a matriz de correlação entre as variáveis originais e as canônicas, apresentam os coeficientes mais estáveis para interpretação. Verifica-se que as associações intergrupos são estabelecidas, principalmente, pela influência do primeiro par de fatores canônicos da

cultivar BRS 206, associando a alta produtividade e alto teor de proteína com a maior massa de 100 sementes, plantas mais altas e com maior número de vagens por planta.

Tabela 13. Correlações canônicas e pares canônicos entre as características do Grupo I - teores de proteína e de óleo dos grãos e produtividade e o Grupo II – características agronômicas, para as cultivares BRS 206 e CD 202, sob diferentes tratamentos de sementes e aplicação de micronutrientes. Dourados - MS, 2006.

Grupos	Variáveis	Pares Canônicos			
		BRS 206		CD 202	
		1º	2º	1º	2º
I	Proteína	0,25243	-0,13488	0,0126	-0,6811
	Óleo	0,66493	1,00605	-0,2880	0,9206
	Produtividade	1,10669	0,05183	0,8782	0,2546
	Massa de 100	0,99028	0,19871	-0,7963	-0,5775
	Altura da planta	-0,13272	0,43417	-0,4793	0,6210
	Número de vagens por planta	0,28645	-0,99885	-0,4088	1,0120
	$\hat{\rho}$	0,8616	0,7564	0,8032	0,4443
	α (%)	3,4629	9,6405	39,5630	79,2507

$\hat{\rho}$ = correlação canônica, α = nível de significância.

Maehler et al. (2003) salienta que o crescimento vegetativo vigoroso promove o desenvolvimento rápido da área foliar e a formação de uma estrutura de planta capaz de suportar produtividades elevadas. Também aumenta o acúmulo de proteínas que poderão, posteriormente, serem translocadas para os grãos. Staswick et al. (1991) e Staswick (1994) relatam a importância de proteínas armazenadas nos tecidos vegetativos, que servem para armazenar nitrogênio durante condições de suprimento adequado deste elemento e que, durante o enchimento de grãos, são redistribuídas para estas estruturas.

Tabela 14. Coeficientes da Matriz Estrutural entre o Grupo I - teores de proteína e de óleo dos grãos e produtividade e o Grupo II – características agronômicas, para as cultivares BRS 206 e CD 202, sob diferentes tratamentos de sementes e aplicação de micronutrientes. Dourados - MS, 2006.

Grupos	Variáveis	Fatores canônicos			
		BRS 206		CD 202	
		1º	2º	1º	2º
I	Proteína	0,43901	-0,22919	-0,3904	-0,5109
	Óleo	0,01806	0,99126	-0,5550	0,6475
	Produtividade	0,79265	-0,54326	0,9623	0,2197
	Massa de 100 grãos	0,96108	0,27624	-0,8860	-0,4167
	Altura da planta	0,79293	0,30755	-0,3843	0,1094
	Número de Vagens por planta	0,53587	-0,81255	-0,2698	0,6832

4.6 Correlações entre teor de proteína e óleo dos grãos, produtividade e os teores de nutrientes foliares da soja

O desdobramento por análise de trilha dos coeficientes dos teores de nutrientes nas folhas com os teores de proteína, de óleo e a produtividade podem ser observados na Tabela 15. Nesta análise, o maior efeito direto sobre os teores de proteína, na cultivar BRS 206, foi dos teores de enxofre (1,4759), zinco (1,1603), nitrogênio (0,41280) e potássio foliar (0,2056), o que significa que o aumento dos os teores destes nutrientes nas folhas pode resultar no incremento dos teores de proteína nos grãos. Os teores de proteína da cultivar CD 202 também sofreram efeitos direto positivo dos teores de nitrogênio (0,9578), enxofre (0,5597) e zinco foliar (0,5455).

O efeito direto das concentrações de enxofre e nitrogênio foliar sobre os teores de proteína pode ser explicado devido ao fato de que a maior parte destes nutrientes na planta é incorporada na forma protéica (Vitti et. al., 2006; Souza e Fernandes, 2006). O zinco está estreitamente envolvido no metabolismo de nitrogênio nas plantas e, conseqüentemente, na síntese protéica (Malavolta, 1986; Faquin, 1994). O potássio é elemento essencial para o crescimento, desenvolvimento e maturação dos grãos e frutos. O bom desenvolvimento da planta aumenta a capacidade de acúmulo de proteínas de armazenamento vegetativo que poderão, posteriormente, ser translocadas para os grãos (Meurer, 2006; Maehler et al., 2003).

Os teores de fósforo (-1,8209), manganês (-1,0749) e magnésio foliar (-0,4923) apresentaram efeito direto negativo sobre os teores de proteína da cultivar BRS 206, indicando que o aumento na absorção destes nutrientes pela planta pode induzir a redução do conteúdo protéico nos grãos. O teor de fósforo foliar também apresentou efeitos direto negativo sobre o teor de proteína da cultivar CD 202 (-0,4017), conforme Tabela 15. O desenvolvimento adequado das culturas depende de vários fatores, dentre os quais a disponibilidade de nutrientes em quantidade e em equilíbrio, pois a deficiência ou a toxidez de um determinado elemento influenciam a absorção ou utilização dos demais, promovendo redução na produção ou na qualidade das culturas. A interação entre o Zn e o P na planta tem sido bastante estudada (Loneragan e Webb, 1993; Marschner, 1995; Malavolta et al., 1997), sendo verificado que altos teres de P induz a deficiência de Zn. O mesmo efeito pode ser observado entre a interações Zn com Mg e Zn com Mn (Kabata-

Pendias e Pendias, 1984; Moreira, et al., 2003). Plantas com deficiência de Zn apresentam desestruturação dos ribossomos citoplasmáticos, tendo com conseqüência, a redução do conteúdo ribossomal e, conseqüentemente, da síntese protéica, levando ao acúmulo de aminoácidos livres (Kitagishi e Obata, 1986; Marschner, 1995).

Tabela 15. Resultado da análise de trilha de cadeia dupla para teor de proteína, teor de óleo e produtividade de grãos de soja em função dos teores de nutrientes foliares, para as cultivares BRS 206 e CD 202, sob diferentes tratamentos de sementes e aplicação de micronutrientes. Dourados - MS, 2006.

	Teor de Proteína		Teor de óleo		Produtividade	
	BRS 206	CD 202	BRS 206	CD 202	BRS 206	CD 202
Variável =====> Nitrogênio foliar						
Efeito direto sobre	0,4128	0,9578	0,0975	0,2655	0,0252	0,4174
Efeito indireto via Fósforo foliar	0,5131	0,0035	-0,4311	-0,0137	0,2267	0,0016
Efeito indireto via Potássio foliar	0,0033	-0,0008	0,0104	-0,1321	-0,0154	0,0886
Efeito indireto via Enxofre foliar	-0,3573	0,0625	0,4158	-0,0094	-0,0998	0,0144
Efeito indireto via Magnésio foliar	-0,1491	-0,0149	0,2827	0,0033	-0,2792	0,0022
Efeito indireto via Manganês foliar	0,5976	-0,0570	-0,6906	0,0732	-0,1056	0,0175
Efeito indireto via Zinco foliar	-0,2580	-0,3358	0,4075	-0,4048	-0,0791	0,1304
TOTAL	0,7624	0,6153	0,0922	-0,2180	-0,3272	0,6721
Variável =====> Fósforo foliar						
Efeito direto sobre	-1,8200	-0,4017	1,5297	-0,2361	-0,8046	-0,1046
Efeito indireto via Nitrogênio foliar	-0,1163	0,0873	-0,0275	-0,0143	-0,0071	-0,0062
Efeito indireto via Potássio foliar	-0,0332	-0,2084	-0,1054	0,0006	0,1558	-0,0609
Efeito indireto via Enxofre foliar	1,0632	-0,0043	-1,2374	0,0335	0,2968	0,0077
Efeito indireto via Magnésio foliar	0,1008	0,0107	-0,1911	0,0867	0,1887	-0,0127
Efeito indireto via Manganês foliar	0,0359	0,1668	-0,0415	0,0098	-0,0063	-0,0030
Efeito indireto via Zinco foliar	0,2997	-0,2223	-0,4733	-0,0522	0,0919	0,0203
TOTAL	-0,7568	-0,5719	-0,4792	-0,172	-0,0848	-0,1594
Variável =====> Potássio foliar						
Efeito direto sobre	0,2056	-0,0026	0,6529	0,6210	-0,9656	0,2693
Efeito indireto via Nitrogênio foliar	0,0066	0,3149	0,0015	-0,0040	0,0004	0,1373
Efeito indireto via Fósforo foliar	0,2939	0,0534	-0,2469	0,0909	0,1299	0,0237
Efeito indireto via Enxofre foliar	-0,1098	0,0285	0,1278	-0,0051	-0,0307	0,0066
Efeito indireto via Magnésio foliar	0,0339	-0,0489	-0,0642	-0,0190	0,0634	0,0072
Efeito indireto via Manganês foliar	-0,4439	-0,1299	0,5131	-0,0126	0,0785	0,0398
Efeito indireto via Zinco foliar	0,2160	-0,1844	-0,3412	-0,0629	0,0662	0,0716
TOTAL	0,2023	0,0310	0,6430	0,6083	-0,6579	0,5555
Variável =====> Enxofre foliar						
Efeito direto sobre	1,4759	0,5597	-1,7177	-0,0844	0,4120	0,1288
Efeito indireto via Nitrogênio foliar	-0,0999	0,107	-0,0236	0,0297	-0,0061	0,0466
Efeito indireto via Fósforo foliar	-1,3118	-0,0141	1,1020	0,0552	-0,5796	-0,0063
Efeito indireto via Potássio foliar	-0,0153	-0,0001	-0,0486	-0,0204	0,0718	0,0137
Efeito indireto via Magnésio foliar	0,1673	-0,1448	-0,3173	0,0318	0,3133	0,0212
Efeito indireto via Manganês foliar	-0,0299	0,0138	0,0345	-0,0177	0,0053	-0,0042
Efeito indireto via Zinco foliar	-0,3061	-0,1553	0,4834	-0,1871	-0,0938	0,0603
TOTAL	-0,1198	0,3662	-0,4873	-0,1929	0,1229	0,2601

(continua)

Variável =====> Magnésio foliar						
Efeito direto sobre	-0,4923	0,2810	0,9335	-0,0617	-0,9218	-0,0412
Efeito indireto via Nitrogênio foliar	0,1250	-0,0507	0,0295	-0,0140	0,0076	-0,0221
Efeito indireto via Fósforo foliar	0,3727	-0,0728	-0,3131	0,2840	0,1647	-0,0323
Efeito indireto via Potássio foliar	-0,0141	0,0004	-0,0449	0,0700	0,0664	-0,0469
Efeito indireto via Enxofre foliar	-0,5017	-0,2885	0,5838	0,0435	-0,1401	-0,0664
Efeito indireto via Manganês foliar	0,4970	-0,0010	-0,5745	0,0013	-0,0879	0,0003
Efeito indireto via Zinco foliar	0,3178	0,1322	-0,5019	0,1594	0,0974	-0,0514
TOTAL	0,3044	0,0006	0,1124	0,4825	-0,8137	-0,2600
Variável =====> Manganês foliar						
Efeito direto sobre	-1,0749	0,2911	1,2424	-0,3737	0,1900	-0,0892
Efeito indireto via Nitrogênio foliar	-0,2295	-0,1877	-0,0542	-0,0520	-0,014	-0,0818
Efeito indireto via Fósforo foliar	0,0608	-0,0080	-0,0511	0,0311	0,0269	-0,0035
Efeito indireto via Potássio foliar	0,0849	0,0011	0,2697	0,1793	-0,3988	-0,1202
Efeito indireto via Enxofre foliar	0,0410	0,0265	-0,0478	-0,0040	0,0115	0,0061
Efeito indireto via Magnésio foliar	0,2277	-0,0010	-0,4316	0,0002	0,4263	0,0001
Efeito indireto via Zinco foliar	0,5080	0,1869	-0,8022	0,2253	0,1557	-0,0726
TOTAL	-0,3820	0,3089	0,1252	0,0062	0,3976	-0,3611
Variável =====> Zinco foliar						
Efeito direto sobre	1,1603	0,5455	-1,8323	0,6576	0,3557	-0,2118
Efeito indireto via Nitrogênio foliar	-0,0918	-0,5896	-0,0217	-0,1634	-0,0056	-0,2570
Efeito indireto via Fósforo foliar	-0,4703	0,0226	0,3951	-0,0881	-0,2078	0,0100
Efeito indireto via Potássio foliar	0,0383	0,0009	0,1216	0,1358	-0,1798	-0,0911
Efeito indireto via Enxofre foliar	-0,3893	-0,1593	0,4531	0,0240	-0,1087	-0,0367
Efeito indireto via Magnésio foliar	-0,1348	0,0681	0,2557	-0,0150	-0,2525	-0,0100
Efeito indireto via Manganês foliar	-0,4706	0,0997	0,5439	-0,1280	0,0832	-0,0306
TOTAL	-0,3583	-0,0121	-0,0846	0,4229	-0,3155	-0,6272
Coeficiente de determinação:	0,9758	0,8055	0,8729	0,9039	0,6424	0,4064
Efeito da variável residual:	0,1555	0,4410	0,3566	0,7099	0,9980	0,7705

O nitrogênio foliar apresenta efeito indireto positivo via fósforo e manganês foliar (0,5131e 0,5976) respectivamente, sobre os teores de proteína do grão da cultivar BRS 206, desta forma, pode-se aumentar o teor de proteína aumentando os teores de nitrogênio via aumento dos teores de fósforo e manganês nas folhas. O P e o Mn tem participação essencial no metabolismo e fixação do N, pela importância nas rações fotossintéticas e no metabolismo do C, que são processos fundamentais para a assimilação e utilização de N (Dechen et al, 1991; Araújo e Machado, 2006).

Entre os teores de óleo, da cultivar BRS 206, existem efeitos diretos positivos para os teores de fósforo (1,5297), manganês (1,2424), magnésio (0,9335) e potássio foliar (0,6259), e efeitos negativos para os teores de zinco (-1,8323) e enxofre foliar (-1,7177), conforme Tabela 15. Observa-se uma tendência inversa entre os efeitos dos teores de nutrientes que favorecem o acúmulo de óleo e de proteína nos grãos de soja.

Os teores de nutrientes foliares não apresentaram efeitos significativos sobre a produtividade de ambas as cultivares (tabela 15).

Na Tabela 16 estão os resultados da análise de correlação canônica para as características de produtividade, teor de proteína e de óleo (grupo I) e teores foliares (grupo III). Observa-se que as correlações canônicas referente aos primeiros pares canônicos da cultivar BRS 206 e da cultivar CD 202 foram significativas ($p < 0,05$). As correlações canônicas dos primeiros pares canônicos são elevadas, indicando que os grupos considerados não são independentes.

Pode-se deduzir com base nos primeiros pares canônicos (Tabela 17) que a cultivar BRS 206 apresenta correlação intergrupos associados à altos teores de proteína no grãos de plantas, que apresentam maiores teores foliar de nitrogênio e magnésio e menor concentração de fósforo e manganês. Na cultivar CD 202 houve correlação dos altos teores de proteína e de óleo nos grãos, com maior concentração de nitrogênio foliar.

Tabela 16. Correlações canônicas e pares canônicos entre as características do Grupo I - teores de proteína e óleo nos grãos e produtividade e o Grupo III - teores dos nutrientes foliares, para as cultivares BRS 206 e CD 202, sob diferentes tratamentos de sementes e aplicação de micronutrientes. Dourados - MS, 2006.

Grupos	Variáveis	Pares canônicos					
		BRS 206			CD 202		
		1º	2º	3º	1º	2º	3º
I	Proteína	0,95376	-0,28934	-0,09042	0,38591	1,01850	0,11643
	Óleo	0,1753	0,17724	1,1814	0,88554	-0,52747	-0,29402
	Produtividade	0,33114	1,05609	0,48363	0,62050	0,02136	0,91208
III	Nitrogênio foliar	0,43312	-0,01287	0,0513	1,21260	-0,23178	0,21725
	Fósforo foliar	-1,3799	2,13931	-0,05965	0,08162	1,08804	0,13569
	Potássio foliar	0,24458	0,49097	-1,09276	0,00986	-0,41252	0,33354
	Enxofre foliar	0,91688	-2,31931	-0,61839	0,54438	-0,38835	-0,09504
	Magnésio foliar	-0,3241	1,03221	-0,7683	0,19996	-0,21747	-0,21276
	Manganês foliar	-0,58419	1,77238	1,19507	0,05832	-0,55004	-0,35160
	Zinco foliar	0,56581	-2,36179	-0,73941	0,60690	0,38734	-0,46290
$\hat{\rho}$		0,993686	0,934767	0,771972	0,997561	0,974525	0,598532
α (%)		4,628807	38,64085	60,52113	0,807374	24,74165	89,86266

$\hat{\rho}$ = correlação canônica, α = nível de significância.

A correlação positiva entre os teores de nitrogênio foliar e proteína das cultivar BRS 206 e CD 202, indica que se aumentarmos os teores de nitrogênio na folha estaremos aumentando os teores de proteína no grão. Ferreira et al. (2002) também observam que o teor foliar de nitrogênio orgânico em folhas de milho aos 63 dias após a emergência apresentou coeficiente de correlação linear positivo ($r = 0,91^{***}$) com o teor

de proteína dos grãos, evidenciando a importância do nível nutricional de nitrogênio na síntese protéica.

O resultado de correlação positiva entre os teores de nitrogênio das folhas com o acúmulo de proteína evidencia que os nutrientes armazenados nas partes vegetativas são posteriormente retranslocados para os grãos durante a fase de enchimento. Segundo Faquim (1994) a adubação com doses crescente de nitrogênio em soja, em geral, diminui o teor de óleo e aumentar o de proteína dos grãos, enquanto, o aumento das doses fósforo no solo aumenta o teor de óleo. Na Tabela 17, observas-se correlação negativa dos teores de fósforo foliar e a proteína da cultivar BRS 206 e positivas entre os teores de óleo e fósforo foliar.

Tabela 17. Coeficientes da Matriz Estrutural entre o Grupo I - teores de proteína e óleo nos grãos e produtividade e o Grupo III - teores dos nutrientes foliares, para as cultivares BRS 206 e CD 202, sob diferentes tratamentos de sementes e aplicação de micronutrientes. Dourados - MS, 2006.

Grupos	Variáveis	Fatores canônicos					
		BRS 206			CD 202		
		1º	2º	3º	1º	2º	3º
I	Proteína	0,96163	-0,2536	-0,10464	0,41239	0,85995	-0,30069
	Óleo	-0,03679	-0,40655	0,91289	0,80465	-0,24296	-0,54176
	Produtividade	0,26962	0,94563	-0,18191	0,20673	-0,18809	0,96015
III	Nitrogênio foliar	0,77913	-0,23923	-0,05922	0,79399	-0,18414	0,37793
	Fósforo foliar	-0,64374	-0,49082	-0,38412	0,15816	0,79137	0,2242
	Potássio foliar	0,28877	0,54143	-0,65024	0,09589	-0,36671	0,52378
	Enxofre foliar	-0,31338	-0,45483	-0,46996	0,35394	-0,14856	-0,02559
	Magnésio foliar	0,42453	-0,26695	0,30284	0,08442	0,25012	-0,09582
	Manganês foliar	-0,42332	0,43793	-0,33826	0,03551	-0,09898	-0,75881
	Zinco foliar	-0,37576	-0,07619	-0,16338	-0,19255	0,24638	-0,71051

4.7 Correlações entre o teor de proteína e óleo dos grãos, a produtividade e os teores de nutrientes dos grãos de soja

Através da análise de trilha, verifica-se o efeito direto positivo das concentrações de enxofre (0,5549), zinco (0,4951) e cálcio (0,4429) dos grãos sobre os teores de proteína dos grãos, na cultivar BRS 206 (Tabela18). Os compostos de enxofre desempenham papel importante na estrutura de proteínas, principalmente, por fazer parte da constituição dos aminoácidos cisteína e metionina. Assim, o aumento nos teores de enxofre nos grãos, possibilita maior acúmulo de proteína (Vitti et al., 2006).

Segundo Dechen e Natchtigal (2006) plantas com a deficiência de zinco sofrem efeito drástico sobre a atividade enzimática e conseqüentemente, no conteúdo de

proteínas. Este nutriente em equilíbrio na planta garante a eficiência da síntese protéica, o que justifica o efeito positivo deste elemento sobre a concentração de proteína nos grãos.

A disponibilidade adequada de cálcio no solo para a planta, pode ter favorecido o acúmulo de cálcio nos grãos e, em contrapartida, de nitrogênio para formação de proteínas. Trabalhos realizados por Mascarenha et al. (1996) demonstraram que o aumento de níveis de calagem, promoveu a redução da acidez do solo e consequentemente, maior fixação de nitrogênio pelo sistema raiz-rizóbio e também maior disponibilidade de molibdênio. Dessa forma, sendo o cálcio um dos componentes da enzima redutase de nitrato, a sua presença em maior disponibilidade proporcionaria a formação de mais aminoácidos e, portanto de proteína.

Os teores de fósforo (0,9755) e manganês dos grãos (0,5567) apresentaram efeito direto e positivo sobre os teores de óleo dos grãos da cultivar BRS 206 (Tabela 18). Desta forma, pode-se inferir que o aumento da concentração destes elementos nos grãos está diretamente ligada ao aumento dos teores de óleo. Também foi observando uma correlação inversa entre os acúmulos de zinco no grão e os teores de óleo (-0,6529). A produtividade não sofreu efeito direto ou indireto dos teores de nutrientes dos grãos (Tabela 18), indicando que a concentração dos nutrientes no solo está com níveis adequados para a cultura.

Tabela 18. Resultado da análise de trilha de cadeia dupla para teor de proteína, teor de óleo e produtividade de grãos de soja em função dos teores de nutrientes dos grãos, para as cultivares BRS 206 e CD 202, sob diferentes tratamentos de sementes e aplicação de micronutrientes. Dourados - MS, 2006.

Variável =====>	Teor de Proteína		Teor de óleo		Produtividade	
	BRS 206	CD 202	BRS 206	CD 202	BRS 206	CD 202
Variável =====> Fósforo						
Efeito direto sobre	0,1177	-0,4774	0,9755	0,3766	-0,6215	0,2535
Efeito indireto via Potássio	-0,0574	0,0407	-0,0280	0,0560	0,1226	-0,1172
Efeito indireto via Enxofre	0,0139	-0,0878	-0,2473	-0,1578	0,1384	0,1293
Efeito indireto via Cálcio	-0,0555	0,1663	0,1350	-0,1408	-0,0293	-0,0487
Efeito indireto via Magnésio	0,2612	0,2579	-0,1010	-0,2060	0,4177	-0,2412
Efeito indireto via Manganês	-0,1669	0,0378	0,0781	0,0968	0,1253	-0,0006
Efeito indireto via Zinco	0,3868	0,3719	-0,5100	-0,0473	-0,2461	-0,2832
TOTAL	0,4997	0,3093	0,3024	-0,0225	-0,0930	-0,3081
Variável =====> Potássio						
Efeito direto sobre	0,0912	-0,3627	0,1873	-0,2634	-0,3996	0,7590
Efeito indireto via Fósforo	-0,2992	-0,0581	-0,0361	0,0737	0,1906	-0,0391
Efeito indireto via Enxofre	0,1833	0,0847	-0,0103	0,0471	-0,1026	-0,0694
Efeito indireto via Cálcio	-0,2181	0,2154	0,0897	-0,2545	0,0474	0,0745
Efeito indireto via Magnésio	0,0316	-0,2329	-0,0817	0,2916	-0,1306	-0,2726
Efeito indireto via Manganês	0,0107	0,0566	-0,0229	0,0221	0,0172	-0,0004
Efeito indireto via Zinco	0,2868	0,0008	-0,2175	-0,0062	0,1384	0,0047
TOTAL	0,0863	-0,2962	-0,0915	-0,0895	-0,2393	0,4567

(continua)

Variável =====> Enxofre						
Efeito direto sobre	0,5549	-0,3514	-0,0311	-0,1955	-0,3105	0,2878
Efeito indireto via Fósforo	-0,4347	0,1692	-0,0525	-0,2144	0,2769	0,1139
Efeito indireto via Potássio	0,0301	0,0874	0,0619	0,0635	-0,1320	-0,1830
Efeito indireto via Cálcio	-0,0559	-0,1314	0,0230	0,1552	0,0121	-0,0455
Efeito indireto via Magnésio	-0,0211	-0,1525	0,0546	0,1909	0,0873	-0,1785
Efeito indireto via Manganês	0,0386	0,2225	-0,0826	0,0868	0,0620	-0,0015
Efeito indireto via Zinco	0,4853	-0,0267	-0,3680	0,2105	0,2342	-0,1603
TOTAL	0,5972	-0,1829	-0,3947	0,2970	0,2300	-0,1670
Variável =====> Cálcio						
Efeito direto sobre	0,4429	-0,5372	-0,1821	0,3347	-0,0962	-0,1859
Efeito indireto via Fósforo	0,2974	0,0987	0,0359	-0,1251	-0,1895	0,0664
Efeito indireto via Potássio	-0,0449	0,1454	-0,0922	0,1056	0,1968	-0,3044
Efeito indireto via Enxofre	-0,0701	-0,0859	0,0039	-0,0478	0,0392	0,0704
Efeito indireto via Magnésio	-0,0982	0,2797	0,2539	-0,3502	0,4059	0,3274
Efeito indireto via Manganês	-0,0161	0,2255	0,0345	0,0880	-0,0259	-0,0015
Efeito indireto via Zinco	-0,2501	-0,0404	0,1897	0,3182	-0,1207	-0,2423
TOTAL	0,2609	0,0856	0,2435	0,3235	0,2097	-0,2699
Variável =====> Magnésio						
Efeito direto sobre	-0,1670	0,6638	0,4316	-0,3312	0,6901	0,7772
Efeito indireto via Fósforo	0,2904	-0,1168	0,0712	0,1481	-0,3761	-0,0787
Efeito indireto via Potássio	-0,0173	0,1272	-0,0355	0,0924	0,0756	-0,2663
Efeito indireto via Enxofre	0,0702	0,0807	-0,0039	0,0449	-0,0393	-0,0661
Efeito indireto via Cálcio	0,2605	-0,2263	-0,1071	0,2674	-0,0566	-0,0783
Efeito indireto via Manganês	0,0543	-0,0543	-0,1161	-0,0212	0,0872	0,0004
Efeito indireto via Zinco	-0,1994	-0,0382	0,1512	0,3010	-0,0962	-0,2292
TOTAL	0,2919	0,4360	0,3914	0,5015	0,2848	0,0589
Variável =====> Manganês						
Efeito direto sobre	-0,2605	0,6409	0,5567	0,2501	-0,418	-0,0043
Efeito indireto via Fósforo	-0,2925	0,0569	-0,0353	-0,0721	0,1863	0,0383
Efeito indireto via Potássio	-0,0038	-0,0320	-0,0077	-0,0233	0,0165	0,0670
Efeito indireto via Enxofre	-0,0823	-0,1220	0,0046	-0,0679	0,0461	0,0999
Efeito indireto via Cálcio	0,0274	-0,1891	-0,0113	0,2234	-0,006	-0,0654
Efeito indireto via Magnésio	0,0348	-0,0563	-0,0900	0,0705	-0,1439	-0,0659
Efeito indireto via Zinco	0,0272	-0,0377	-0,0206	0,2969	0,0131	-0,2261
TOTAL	-0,5496	0,2607	0,3964	0,6775	-0,3059	-0,1564
Variável =====> Zinco						
Efeito direto sobre	0,4951	0,7800	-0,6529	-0,0991	-0,3150	-0,5940
Efeito indireto via Fósforo	0,0920	-0,2276	0,7621	0,1795	-0,4855	0,1209
Efeito indireto via Potássio	-0,0823	0,0021	-0,0401	0,0029	0,1755	-0,0060
Efeito indireto via Enxofre	0,0231	-0,0528	-0,4125	-0,0948	0,2308	0,0777
Efeito indireto via Cálcio	-0,0698	0,2590	0,1697	-0,2192	-0,0368	-0,0759
Efeito indireto via Magnésio	0,1318	-0,3208	-0,051	0,2562	0,2108	0,2999
Efeito indireto via Manganês	-0,0232	0,0952	0,0109	0,2439	0,0174	-0,0016
TOTAL	0,5667	0,5350	-0,2137	0,2694	-0,2029	-0,1789
Coefficiente de determinação:	0,9337	0,5470	0,6798	0,7991	0,4502	0,4234
Efeito da variável residual:	0,2575	0,6730	0,5658	0,4483	0,7415	0,7594

A análise de correlação canônica para as características de produtividade, teor de proteína e de óleo (grupo I) e teores nutricionais dos grãos (grupo IV) não foram significativos ($p > 0,05$) para ambas as cultivares (Tabela 19). Considerando-se desta forma que os grupos analisados são independentes e não apresentam correlações entre si.

Tabela 19. Correlações canônicas e pares canônicos entre as características do Grupo I I - teores de proteína e óleo nos grãos e produtividades e o Grupo IV - teores dos

nutrientes nos grãos de soja, para as cultivares BRS 206 e CD 202, sob diferentes tratamentos de sementes e aplicação de micronutrientes. Dourados - MS, 2006.

Grupos	Variáveis	Pares canônicos					
		BRS 206			CD 202		
		1º	2º	3º	1º	2º	3º
I	Proteína	0,94108	0,23235	-0,34392	-0,59635	0,91808	0,03649
	Óleo	-0,34271	1,15743	-0,0465	0,88889	0,30672	0,51443
	Produtividade	-0,09867	0,72487	0,99495	-0,34442	0,13516	1,03946
IV	Fósforo foliar	0,96153	-0,09916	-1,53895	-0,76065	0,31859	0,05773
	Potássio foliar	0,06256	-0,05851	-0,70212	-0,28853	-0,42444	1,16735
	Enxofre foliar	0,57702	-0,1497	-0,79948	-0,06552	-0,46878	0,33872
	Cálcio foliar	0,50045	-0,20112	-0,3843	0,98006	-0,44153	0,20724
	Magnésio foliar	-0,38208	1,08821	1,16143	-1,44890	0,62686	0,73744
	Manganês foliar	-0,40419	0,31799	-0,56494	-0,16364	0,90647	0,26908
	Zinco foliar	-0,77101	0,2185	-0,17957	0,98872	0,09271	-0,40070
$\hat{\rho}$		0,976611	0,883152	0,623359	0,96789	0,73307	0,54846
α (%)		14,18622	52,6142	74,52301	43,4916	90,5234	85,3538

$\hat{\rho}$ = correlação canônica, α = nível de significância.

Apesar de não significativo ($p > 0,05$), observa-se no primeiro par canônico da cultivar BRS 206 (Tabela 20), uma tendência de associação dos altos teores de proteína e altos teores de enxofre do grão, corroborando com os resultados obtidos na análise de trilha. Esta correlação positiva pode ser explicada devido ao fato de que a maior parte do enxofre na planta é incorporado na forma de proteína (Vitti et al., 2006)

Tabela 20. Coeficientes da matriz estrutural entre o Grupo I - teores de proteína e óleo nos grãos e produtividade e o Grupo IV - teores dos nutrientes nos grãos de soja, para as cultivares BRS 206 e CD 202, sob diferentes tratamentos de sementes e aplicação de micronutrientes. Dourados - MS, 2006.

Grupos	Variáveis	Fatores canônicos					
		BRS 206			CD 202		
		1º	2º	3º	1º	2º	3º
I	Proteína	0,95441	0,27825	-0,10807	-0,21652	0,95638	-0,1961
	Óleo	-0,38689	0,72665	-0,56771	0,82457	0,52747	0,2046
	Produtividade	0,31181	0,13018	0,94118	-0,4005	-0,29462	0,86764
IV	Fósforo	0,12544	0,65812	-0,35255	0,40755	0,04443	-0,2953
	Potássio	0,13951	-0,2936	-0,42266	-0,06227	-0,32414	0,7619
	Enxofre	0,69072	-0,17135	0,06708	0,44494	-0,13558	-0,05021
	Cálcio	0,14481	0,55984	0,17257	0,61583	0,31838	0,079
	Magnésio	0,40416	0,90247	0,09874	-0,28829	0,55747	0,14208
	Manganês	-0,63782	0,12388	-0,21453	0,51733	0,58109	0,35637
	Zinco	-0,38435	0,52004	-0,24807	0,38909	0,52821	0,18058

5. CONCLUSÕES

- Não há efeito do tratamento de sementes com fungicida, inoculação com *Bradyzobium japonicum*, aplicação de Co e Mo (via foliar e via sementes) e adubação foliar com o micronutrientes nos teores de proteína e óleo nos grãos de soja.
- A produtividade da cultivar BRS 206 é influenciada de forma direta e positiva pela massa de 100 grãos e o número de vagens por planta.
- Não foram observadas associações significativas entre as características agronômicas e os teores de proteína e óleo dos grãos de soja;
- Os caracteres que têm maior importância em explicar as variações nos teores de proteína dos grãos de soja são os teores foliares de nitrogênio, enxofre e zinco.
- Há uma forte associação entre teores de proteína nos grãos e a alta concentração de nitrogênio foliar em ambas as cultivares;
- O teor foliar de fósforo apresentou efeito direto negativo sobre os teores de proteína dos grãos de ambas as cultivares, e efeitos positivos sobre os teores de óleo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, S.; EVANS, H.J. Cobalt: a micronutrient element or the growth of soybean plants under symbiotic conditions. **Soil Science**, v. 90. p.205-210,1960.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. Washington, 1984. 1141 p.

BALASTREIRE, L.A.; AMARAL, J.R.; LEAL, J.C.G.; BAIO, F.H.R. **Determinação da variabilidade espacial dos teores de óleo e proteína de grãos de soja (*Glycine max*, merrill)**. 2000. Disponível em: <http://www.ciagri.usp.br/~leia/ressojaprot.htm>. Acesso em: 09/2003.

BELSLEY, D.A.; KUH, E.; WELCH, R.E. **Regression diagnostics: identifying data and sources of collinearity**. New York: John Wiley e Sons, 1980. 292p.

BHATAI C.R., RABSON R. Bioenergetic considerations in cereal breeding for protein improvement. Washington: **Science**, v.194, p.1418-1421, 1976.

BONATO, E.R.; BERTAGONOLLI, P.F.; CANGE, C.E.; RUBIN, S.A.L. Teores de óleo e de proteína em genótipos de soja desenvolvidos após 1990. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 12, p. 2391-2398, 2000.

BONETTI, LP. Distribuição da soja no mundo. In MYASAHKA S.; MEDINA JC. (Ed) **A soja no Brasil**, Campinas: ITAL, 1981, cap,1, p.1-6, 1981.

BORKERT, CM Manganês. In: FERREIRA, ME; CRUZ, MCP (Ed.). **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba : Potafos/CNPq, p.173-189, 1991.

BROCH, D.L.; FERNANDES, C.H. **Resposta da soja à aplicação de micronutrientes**. Maracaju,: Fundação MS, 1999. 56p. (Informativo Técnico 2).

BROCH, D.L.; RANNO, S.K. Efeito da aplicação de molibdenio e cobalto na produtividade de soja na safra 2004/2005. In: Edson Pereira Borges. (Org.). **Tecnologia e Produção: soja/milho 2005/2006**. 1 ed. Maracaju: Fundação MS, v. 1, p. 109-114, 2005.

BURTON J.W. Quantitative genetics: Results relevant to soybean breeding. In: Wilcox J.R., ed. **Soybeans: Improvement production and uses**, 2nd ed. Madison, WI: ASA, CSSA, and SSSA, p. 211-247, 1987.

CÂMARA, G.M.S.; LEONARDO, V. Soja: tratamento e inoculação das sementes. **Notícias da ESALQ**, v. 6, p. 5 - 5, 1998.

CAMPO, R.J.; LANTMANN, A.F. Efeitos de micronutrientes na fixação biológica do nitrogênio e produtividade da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.8, p.1245-1253, 1998.

CANTO, W.L.; TURATTI, J.M. **Produção e mercado de produtos intermediários protéicos de soja no Brasil**. Curitiba: Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, p.111-139, 1989. (Boletim, 7)

CARVALHO, S.P. de. Métodos alternativos de estimação de coeficientes de trilha e índices de seleção, sob multicolinearidade. Viçosa: UFV, 1995. 163p.

CASTRO, A. T. B.; MILLAN, A.; LAGO, R. C. A. **Contribuição ao estudo da soja no Brasil**. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Agrícola e Alimentar/Ministério da Agricultura, 1973. 28 p. (Boletim técnico, 10).

CERETTA, C.A.; PAVINATO, A.; PAVINATO, P.S. et al. Micronutrientes na soja: produtividade e análise econômica. **Ciência Rural**, v. 35, n. 3 p. 576-581, 2005.

CHANG, S.K.C. Protein Analysis. In: NIELSEN, S.S. **Food Analysis**, 2. ed. Gaithersburg. Aspen Publishers, p. 237-269, 1998.

CHUNG, C.; BUHR, B. Market level economic impacts of modified soybeans. **Agribusiness**, v. 13, n. 5, p.469-82, 1997.

CONAB - **Avaliação da Safra Agrícola 2006/2007 – Quarto Levantamento**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/4levsafra.pdf>. Acesso em: 02/2007.

COODETEC. **Tecnologia da nossa terra. Soja, Conheça nossas cultivares – CD 202.** Disponível em : <http://www2.coodetec.com.br/coodetec/produto.action?culturaId=3&produtoId=3> Acesso em: 10/2006.

COSTA, S.L.; MIYA, E.E.; FUJITA, J.T. Composição química e qualidades organolépticas e nutricionais das principais variedades de soja cultivadas no Estado de São Paulo. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, v.5, p. 305-319, 1974.

CRUZ, C. D. **Programa GENES: estatística experimental e matrizes.** Viçosa: Editora UFV, 2006. 285p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético, vol. 1.** Viçosa: Editora UFV, 2004. 480p.

DECHEN, A.R.; HAAG, H.P.; CARMELLO, Q.A.C. Funções de micronutrientes nas plantas. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. (Eds.). **Micronutrientes na agricultura.** Piracicaba: POTAFOS/CNPq, 1991. p.65-78.

DECHEN, A.R.; NACHTUGALL, G.R. Micronutrientes. In.:FERNANDES, M.S. (Ed). **Nutrição mineral de plantas.** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2006. p. 253-280.

EMBRAPA SOJA. **Soja – Outros Produtos.** Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/html/outros.htm>. Acesso em: 08/2006.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas.** Lavras: ESAL/FAEPE, 1994. 227p.

FAVARIN, J.L.; MARINI, J.P. **Importância dos micronutrientes para a produção de grãos.** In: SOCIEDADE NACIONAL DA AGRICULTURA, 2000. Disponível em: www.sna.com.br. Acesso em: 07/2006.

FERREIRA, A. C. B. ; ARAUJO, G. A. A. ; CARDOSO, A. A. ; PEREIRA, P. R. G. . Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 1, p. 131-138, 2002.

FERREIRA, A.C. B. **Efeitos da adubação com N, Mo e Zn sobre a produção, qualidade de grãos, e concentração de nutrientes no milho.** 1997. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

FREITAS, C.F. **Desenvolvimento de variedades de soja com semente de melhor qualidade nutricional.** Universidade Federal de Viçosa, 2002. Disponível em: <http://www.ufv.br/dbg/bioano02/a2001a15.htm>. Acesso em: 07/2005.

GASTAL, M.F.C. Disponível em: <http://www.cpact.embrapa.br/Noticias/artlinks.html>. Acesso em: 07/2005.

GOMES, P. **A soja.** 5.ed. 2.reimpressão. São Paulo: Nobel, 1988.152 p.

HARADA, A.; PITOL, C.; VICENTE, D. ; GOMES, E.L.; OLIVEIRA, E.F.; OLIVEIRA, M.A.R. Extensão de recomendação da cultivar de soja CD 202 para a região sul do Estado do Mato Grosso do Sul. In: **XXI Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil**, 1999, Dourados, MS: Embrapa Agropecuária do Oeste; Londrina: Embrapa Soja, 1999. p. 107. (Documentos, 7)

HEENAN, D. P.; CAMPBELL, L. C. Soybean nitrate reductase activity influenced by manganese nutrition. **Plant and Cell Physiology**, v. 21, n. 4, p. 731-736, 1980.

HILL, L.; BEMDER, K.; CRAWFORD, S.; ZEEDYK, D. **Soybean quality in Illinois.** Department of Agricultural Economics, University of Illinois, Urbana-Champaign. Disponível em: <http://www.stratsoy.uiuc.edu/hill/ilsoy/body.html>. Acesso em: 09/2003.

HILL, L.; BENDER, K.; BODE, G.; BEACHY, K.; DUERINGER, J. Quality choices in international soybean markets. **Agribusiness**, v. 12, n. 3. p. 231-46, 1996.

HOERL, A.E.; KENNARD, R.W. Ridge regression: applications to nonorthogonal problems. **Technometrics**, v.12, n.1, p.69-82, 1970a.

HOERL, A.E.; KENNARD, R.W. Ridge regression: biased estimation for nonorthogonal problems. **Technometrics**, v.12, n.1, p.55-68, 1970b.

HUNGRIA, M.; CAMPOS, R.J.; MENDES, I.C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja.** Londrina: EMBRAPA, CNPSo, 2001. 48 p. (Circular Técnica, 35).

HUNGRIA, M.; VARGAS, M.A.T. Environmental factors affecting N₂ fixation in grain legumes in the tropics, with an emphasis on Brasil. **Field Crops Research**, v. 65, p. 151-164, 2000.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**, 4th edition. New Jersey: Prentice Hall, 1998. 816p.

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. Boca Raton: CRC, 1984. 315 p.

KELLING, K.A.; FIXEN, P.E. Soil and nutrient requirements for oat production. In: MARSHALL, H.G.; SORRELIS, M.E. (Eds). **Oat science and technology**. Madison: ASA/CSSA, Cap.6, p.165-190, 1992. (Agronomy, 31).

KHATTREE, R.; NAIK, D. N. **Multivariate data reduction and discrimination with SAS software**. Cary, NC: SAS Institute Inc., 2000. 558p.

KITAGISHI, K; OBATA, H. Effects of zinc deficiency on the nitrogen metabolism of meristematic tissue of rice plants with reference to protein synthesis. **Soil Science Plant Nutrition**. n.32, p. 397-405, 1986.

KROBER, OA, CARTER JL Quantitative interrelations of protein and nonprotein constituents of soybeans. **Crop Science**, v. 2, p171-172, 1962.

KURIHARA, C.H. **Demanda de nutrientes pela soja e diagnose de seu estado nutricional**. Viçosa: UV, 2004. 101 p. (Tese - Doutorado).

LANTMANN, A.F. **Nutrição e produtividade da soja com molibdênio e cobalto**. Artigos EMBRAPA, Coletânea rumos e debates, 2002. Disponível em: <http://www.embrapa.org.br>. Acessado em: 04/2003.

LAZZARINI, S.G.; NUNES, R. - "Competitividade do Sistema Agroindustrial da Soja". In: FARINA, E.M.M.Q. (Coord.) **Competitividade da Agroindústria Brasileira**. PENSA-IPEA, CD ROM, 1998.

LONERAGAN, J.F.; WEBB, M.J. Interactions between zinc and other nutrients affecting the growth of plants. In: ROBSON, A.D. (Ed.). **Zinc in soils and plants**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1993. p.119-134.

MAEHLER, A. R.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F. RAMBO, L. Qualidade de grãos de duas cultivares de soja em função da disponibilidade de água no solo e arranjo de plantas. **Ciência Rural**. v. 33, n. 2, p. 213-218, 2003.

MALAVOLTA, E. **Micronutrientes na adubação**. Piracicaba: Nutriplant Indústria e Comércio, 1986. 70 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A.; **Avaliação do estado nutricional das plantas; princípios e aplicações**. 2^a. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MALTA, M.R.; FURTINI NETO, A.E.; ALVES, J.D.; GUIMARÃES, P.T.G. Efeito da aplicação de zinco via foliar na síntese de triptofano, aminoácidos e proteínas solúveis em mudas de cafeeiro. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.14, n.1, p.31-37, 2002.

MANN, E.N.; RESENDE, P.M; MANN, R.S.; CARVALHO, J.G.;VON PINHO, E.V.R. Efeito da aplicação de manganês no produtividade e na qualidade de sementes de soja **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 12, p. 1757-1764, dez. 2002.

MARCONDES, J.A.P; CAÍRES, E.F. Aplicação de molibdênio e cobalto na semente para cultivo da soja. **Bragantia**, v.64, n.4, p.687-694, 2005.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plant**. 2.ed. New York: Academic Press, 1995. 889 p.

MASCARENHAS, H.A.A, TANAKA, R.T, GALLO, P.B *et al*. Efeito da calagem sobre a produtividade de grãos, óleo e proteína em cultivares precoces de soja. **Scientia Agrícola**. v. 53, n. 1, p. 164-172, 1996.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. 5 ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001. 849p.

MERCANTE, F.M. **Uso de inoculante garante economia de 3 bilhões de dólares na cultura da soja no país**. 2005. Disponível em: <http://www.embrapa.org.br..>

http://www.embrapa.br/noticias/artigos/folder.2005-02-02.1550581232/artigo.2005-12-05.0506770395/mostra_artigo. Acessado em: 04/2006.

MESCHEDE, D.K.; BRACCINI, A.L.; BRACCINI, M.C.L.; SCAPIM, CA.A.; SCHUAB, S.R.P. Produtividade, teor de proteínas nas sementes e características agronômicas das plantas de soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 26, n. 2, p. 139-145, 2004.

MEURER, E.J. Potássio. In: FERNANDES, M.S. (Ed). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2006. p. 281-298.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. **Requisitos mínimos para determinação do valor de cultivo e uso de soja (*Glycine max*) para inscrição no registro nacional de cultivares – RNC**. Secretaria de Apoio Rural e Serviço Nacional de Proteção de Cultivares, abril de 1997. <http://www.agricultura.gov.br/snpc/form1600.htm>. 19/09/2003.

MONTARDO, D P; DALL'AGNOL, M.; CRUSIUS, A F; PAIM, N R . Análise de trilha para produtividade de sementes de trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1076-1082, 2003.

MONTGOMERY, D.C.; PECK, E.A. **Introduction to linear regression analysis**. New York: John Wiley & Sons, 1981. 504p.

MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E.; HEINRICHS, R. *et al.* Influência do magnésio na absorção de manganês e zinco por raízes destacadas de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 1, 2003.

MULLER, L.. Fisiologia. In MYASAHKA S.; MEDINA JC. (Ed) **A soja no Brasil**, Campinas: ITAL, 1981, cap,4, p.109-124, 1981.

PESSOA, A.C.S. Atividades de nitrogenase e redutase do nitrato e produtividade do feijoeiro em resposta à adubação com molibdênio e fósforo. 1998. (Tese de Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

PÍPOLO, A.E. **Influência da temperatura sobre as concentrações de proteína e de óleo em sementes de soja (*Glycine max*(L.)Merrill)**. Piracicaba: USP, 2002. 77 p. (Tese - Doutorado).

PLANS, M. The demand for oil and protein testing. In: **Component pricing in the soybean industry**. Illinois: Department of Agricultural Economics, University of Illinois Agricultural Experiment Station, University of Illinois at Urbana-Champaign, AE-4702. Jan. 1994.

PRICE, C.A.; CLARK, H.E.; FUNKHOUSER, E.A. Functions of micronutrients in plants. In: MONTVEDT, J.J. et al. (eds). **Micronutrients in agriculture; Zn, Fe, Mo, Cu, B, Mn**. Madison : Soil Science Society of America, p.231-242, 1972.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo : Manole, 1987. 178p.

SFREDO, G.J.; BORKERT, C.M.; NEPOMUCENO, A.L.; OLIVEIRA, M.C.N. Eficácia de produtos contendo micronutrientes, aplicados via sementes, sobre a produtividade e nos teores de proteína da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, n.1, p.41-45, 1997a.

SFREDO, G.J.; BORKERT, C.M.; NEPOMUCENO, A.L.; OLIVEIRA, M.C.N. **Molibdênio e cobalto na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 1997b. 16p. (Circular Técnica, 16).

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. **Biometry: the principles and practice of statistics in biological research**, 3d edition. New York: W. H. Freeman and Company, 1995. 887p.

SOUZA, S.R.; FERNANDES, M.S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M.S. (Ed). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2006. p. 215-252.

STASWICK, P.E. Storage proteins of vegetative plant tissues. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.45, p.303-322, 1994.

STASWICK, P.E.; HUANG, J.F.; RHEE, Y. Nitrogen and methyl jasmonate induction of soybean vegetative storage protein genes. **Plant Physiology**, v.96, n.1, p.130-136, 1991.

TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; REGINATO-D'ARCE, M.A.B.; GALLO, P.B. Concentração e produtividade de óleo e proteína de soja em função da adubação potássica e da calagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 463-469, 1995.

TEIXEIRA, K.R.S.; MARIN, V.A.; BALDANI, J.I. **Nitrogenase: bioquímica do processo de FBN**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1998. 25p. (Documentos, 84)

TEIXEIRA, M. R. O.; ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A. S.; RANGEL, M. A. S.; SILVA, C. M.; FERNANDES, F. M. Cultivar de soja BRS 206: descrição e comportamento na região Sul de Mato Grosso do Sul. In: **XXII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil**, 2000, Cuiabá, MT. Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central Do Brasil, 2000, Cuiabá. Londrina: Embrapa Soja, p. 46-47, 2000. (Documentos, 144).

VERNETTI, F.J. **Soja – Genética e melhoramento**. Campinas: Fundação Cargil, 1983 999p.

VIDOR, C.; PERES, J. R. R. Nutrição das plantas com molibdênio e cobalto. In: BORKET, C. M.; LANTMANN, A. F. (Ed.). **Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira**. Londrina: Embrapa-CNPSO/SBCS, p.197-204,1988.

VITTI, G.C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, Magnésio e Enxofre. In: FERNANDES, M.S. (Ed). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2006. p. 299-225.

VOLDENG, H.D.; CORBER, E.R.; HUME, D.J.; GILLARD, C.; MORRISON, M.J. Fifty-eight years of genetic improvement of short-season soybean cultivars in Canada. **Crop Science**, v. 37, p. 428-431, 1997.

WILCOX, J.R.; GUODONG, Z. Relationship between seed yield and seed protein in determinate and indeterminate soybean populations. **Crop Science**, v. 37, p. 361-364, 1997.

WILSON, D. O.; BOSWELL, F. C.; OHKI, K.; PARKER, M. B.; SHUMAN, L. M.; JELLUM, M. D. Changes in soybean seed oil and protein as influenced by manganese nutrition. **Crop Science**, v. 22, n. 5, p. 948-952, 1982.

YAMADA, L.P.; BARCELOS, M.F.P.; SOUSA, R.V.; LIMA, A.L. Composição química e conteúdo de ferro solúvel em soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 2, p.406-413, 2003.

