

EVERTON LUIS FINOTO

**VARIABILIDADE FENOTÍPICA DOS TEORES DE ÓLEO
E PROTEÍNA DE CULTIVARES DE SOJA EM
DIFERENTES AMBIENTES**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2008

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

F515v
2008

Finoto, Everton Luis, 1974-

Variabilidade fenotípica dos teores de óleo e proteína de
cultivares de soja em diferentes ambientes /
Everton Luis Finoto. – Viçosa, MG, 2008.
xii, 116f.: il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Tuneo Sedyama.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Soja. 2. Melhoramento genético - Soja. 3. Variabilidade
fenotípica - Óleo. 4. Variabilidade fenotípica - Proteína.
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 633.342

EVERTON LUIS FINOTO

**VARIABILIDADE FENOTÍPICA DOS TEORES DE ÓLEO E
PROTEÍNA DE CULTIVARES DE SOJA EM DIFERENTES
AMBIENTES**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 31 de julho de 2008.

Prof. Cosme Damião Cruz
(Co-Orientador)

Prof. Edenio Detmann

Prof. José de Anchieta Alves de
Albuquerque

Prof. Wederson Marcos Alves

Prof. Tuneo Sediya
(Orientador)

“Poucos são os que ao deitar-se a cada noite, ousariam dirigir-se assim a Deus:

- Senhor, trata-me amanhã como tratei os outros hoje.”

Ricardo Vasconcelos Lopes

À Deus.

À minha esposa, Tânia.

Aos meus pais Luiz e Maria.

À minha família.

Aos verdadeiros amigos.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter abençoado e iluminado todo o meu viver.

À Universidade Federal de Viçosa, ao Departamento de Fitotecnia pela oportunidade de realização do curso.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor e orientador Tuneo Sedyama, pelos ensinamentos, pela orientação, amizade, compreensão e oportunidades, durante todo o curso de mestrado e doutorado.

Ao Professor Cosme Damião Cruz, pela ajuda e sugestões durante a realização das análises estatísticas e durante a redação desta tese.

Ao Professor Múcio Silva Reis, pelo valioso apoio e pelas sugestões durante o desenvolvimento dos trabalhos e redação desta tese.

Aos Professores e amigos Edenio Detmann, José de Anchieta Alves de Albuquerque e Wederson Marcos Alves, pela participação na banca examinadora e pelas sugestões para a melhoria desta tese.

À minha amada esposa Tânia, querida companheira de todos os momentos, pelo amor, amizade, carinho, compreensão, apoio, confiança, incentivo e ajuda.

Aos meus queridos pais Luiz e Maria, pelo amor e apoio incondicionais durante toda a minha vida, pela educação e pelo constante exemplo de vida que serviram de base para a minha formação.

Aos meus irmãos Edison, Enilda (*in memoriam*) e Eneida pelo carinho, incentivo e principalmente por serem meus IRMÃOS.

Aos meus sogros, cunhados, sobrinhos e afilhados pelo carinho, apoio e amizade.

Aos funcionários e estagiários do Programa de Melhoramento Genético de Soja da UFV, pela ajuda prestada, amizade e boa convivência.

A todos que nos acolheram em Viçosa

A todos os amigos e colegas do curso de Fitotecnia, pela amizade, pela colaboração, pela parceria e pelo convívio agradável durante todo o curso.

Ao Dr. Antonio Lúcio Mello Martins, Diretor do Pólo Apta Centro Norte, pelo apoio e incentivo e a todos os colegas de trabalho pela amizade, pela parceria e convivência harmoniosa.

A todos aqueles com os quais convivi e que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho e muito colaboraram para minha formação pessoal e profissional.

BIOGRAFIA

EVERTON LUIS FINOTO, filho de Luiz Finoto Neto e Maria Busquin Finoto, nasceu em São Joaquim da Barra – SP, no dia 06 de setembro de 1974.

Concluiu o ensino básico na Escola Estadual de Primeiro Grau Saturnino Antonio Rosa, em Embaúba – SP.

Concluiu o ensino médio na Escola Estadual de Primeiro e Segundo Grau Maestro Josino de Oliveira, em Frutal – MG.

Em outubro de 1998, graduou-se Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG.

Neste mesmo mês e ano, foi contratado pela Prefeitura Municipal de Embaúba - SP, onde atuou como assessor técnico-administrativo, até dezembro de 2000.

De janeiro de 2001 a agosto de 2002, atuou como representante técnico comercial, em empresas de comercialização de insumos agrícolas, em Frutal – MG e região.

Em setembro de 2002, ingressou no curso de Pós-Graduação em nível de Mestrado em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, concluindo em 02 de agosto de 2004.

Neste mesmo mês e ano, ingressou no curso de pós-graduação em nível de Doutorado nessa mesma Universidade, submetendo-se à defesa de tese em 31 de julho de 2008.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	IX
ABSTRACT	XI
INTRODUÇÃO GERAL	01
Interação G X A e relação entre teor de óleo e de proteína	04
Adaptabilidade e estabilidade fenotípica	08
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	12
ARTIGO 1	
Efeito da antecipação e do retardamento de colheita na qualidade fisiológica e nos teores de óleo e proteína das sementes de soja, cultivar Valiosa RR	
RESUMO.....	19
ABSTRACT.....	19
INTRODUÇÃO.....	20
MATERIAL E MÉTODOS.....	24
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
CONCLUSÕES.....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
ARTIGO 2	
Avaliação da adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja para teores de óleo e proteína nos grãos e clorofila nas folhas em quatro épocas de plantio em Viçosa-MG	
RESUMO.....	36
ABSTRACT.....	36
INTRODUÇÃO.....	37
MATERIAL E MÉTODOS.....	40
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
CONCLUSÕES.....	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
ARTIGO 3	
Produtividade de grãos e teores de óleo e proteína de genótipos de soja em duas épocas de plantio e dois tipos de solo em Frutal-MG	
RESUMO.....	56
ABSTRACT.....	56
INTRODUÇÃO.....	57
MATERIAL E MÉTODOS.....	60
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	62
CONCLUSÕES.....	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70

ARTIGO 4	
Produtividade de grãos e teores de óleo e proteína de genótipos de soja em diferentes épocas de plantio na Região Centro-Norte Paulista	74
RESUMO.....	74
ABSTRACT.....	75
INTRODUÇÃO.....	75
MATERIAL E MÉTODOS.....	78
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	79
CONCLUSÕES.....	91
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	92
ARTIGO 5	
Adaptabilidade, estabilidade e agrupamento de genótipos de soja para teores de óleo e proteína.....	96
RESUMO.....	96
ABSTRACT.....	97
INTRODUÇÃO.....	98
MATERIAL E MÉTODOS.....	101
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	103
CONCLUSÕES.....	113
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	114

RESUMO

FINOTO, Everton Luis, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2008.
Variabilidade fenotípica dos teores de óleo e proteína de cultivares de soja em diferentes ambientes. Orientador: Tuneo Sedyama. Co-Orientadores: Cosme Damião Cruz e Múcio Silva Reis.

O presente trabalho foi desenvolvido com genótipos de soja cultivados em diferentes épocas de plantio e diferentes tipos de solos nos anos agrícolas 2004/05, 2005/06 e 2006/07 nos municípios de Viçosa-MG, Frutal-MG e Pindorama-SP respectivamente. Objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito da antecipação e do retardamento de colheita na germinação e nos teores de óleo e de proteína de sementes de soja; avaliar a variação fenotípica e a correlação dos teores de óleo e proteína nos grãos e leituras SPAD e notas visuais de intensidade de coloração das folhas bem como a adaptabilidade e estabilidade em quatro épocas de plantio em Viçosa; avaliar a magnitude da interação genótipos x ambientes, a adaptabilidade e estabilidade, com base na produtividade e nos teores de óleo e de proteína de 15 genótipos de soja, em duas épocas de plantio e dois tipos de solo em Frutal, e 17 genótipos em cinco épocas de plantio em Pindorama; e avaliar, com base nos teores de óleo e de proteína, a adaptabilidade e a estabilidade, pelo método paramétrico e não paramétrico, bem como caracterizar a divergência genética de 15 genótipos por meio de técnicas multivariadas, em 13 ambientes diferentes. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com três repetições. Os teores de

óleo e de proteína nos grãos foram determinados com base na matéria seca. Foram realizadas análises de variância individuais, seguindo-se a uma análise de variância conjunta em que os efeitos de genótipos e ambientes foram considerados fixos. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A análise de adaptabilidade e estabilidade foi feita pelos métodos de Eberhart e Russell e Annicchiarico. No estudo de divergência genética, foram utilizados os métodos aglomerativos de Tocher e UPGMA. Pode-se concluir que a colheita das sementes de soja cultivar Valiosa RR pode ser antecipada em até 33 dias (estádio R5.3) sem causar acentuados prejuízos à sua germinação e, em até 15 dias (estádio R7.1) sem influenciar os teores de óleo e de proteína. Em Viçosa, o retardamento do plantio provocou diminuição dos teores de óleo e aumento nos teores de proteína de maneira diferenciada entre os genótipos e, apesar da correlação positiva, a leitura SPAD e as notas visuais não coincidiram totalmente com a seleção e classificação de genótipos para teor de proteína. Em Frutal, o teor de proteína e a produtividade foram mais influenciados pela interação genótipos x solos, enquanto o teor de óleo, pela interação genótipos x épocas. A produtividade correlacionou-se negativamente com o teor de proteína, que, por sua vez, se correlacionou com o teor de óleo, destacando-se o genótipo PTN-Bio para proteína, M-Soy 8001 para óleo e M-Soy 8400 para produtividade de grãos. Em Pindorama, os destaques para proteína e óleo foram os mesmos, enquanto que na produtividade se destacou o genótipo Elite. Também a correlação entre produtividade e teor de óleo foi positiva neste local. Considerando os 13 ambientes, pelo método de Eberhart e Russell, os genótipos M-Soy 8001, Garantia, Sambaíba, UFV 16 e UFVS 2005 foram classificados como de ampla adaptabilidade e baixa estabilidade para teor de óleo. Para teor de proteína, os genótipos PTN-Bio e Garantia foram classificados da mesma forma, e o Splendor como sendo de ampla adaptabilidade e alta estabilidade. A metodologia Annicchiarico indicou como mais estáveis e adaptados os genótipos M-soy 8001 e Garantia para teor de óleo e PTN-Bio e UFVTN 102 para teor de proteína. O genótipo M-Soy 8001 formou um grupo isolado para teor de óleo no agrupamento pelos métodos de Tocher e UPGMA, enquanto para proteína, ambos evidenciaram a dissimilaridade do PTN-Bio em relação aos demais genótipos.

ABSTRACT

FINOTO, Everton Luis, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July of 2008.
Phenotypic variability in the oil and protein contents of cultivars of soybean in different environments. Adviser: Tuneo Sedyama. Co-Advisers: Cosme Damião Cruz and Múcio Silva Reis.

The present work was developed with soybeans genotypes grown in different planting times and different soil types in the agricultural years of 2004/05, 2005/06 and 2006/07 in the municipalities of Viçosa-MG, Frutal-MG and Pindorama-SP respectively. In this work, it was aimed to evaluate the effect of advancing and delaying the harvest on germination and the oil and protein contents in seeds; evaluated the phenotypic variation and correlation of oil and protein content in the grains and SPAD readings and visual grades of coloration intensity in the leaves as well as adaptation and stability in four planting times in Viçosa; to evaluated the magnitude of the interaction genotypes x environment, adaptability and stability, based on yield and oil and protein contents of 15 genotypes of soybean in two planting times and two soil types in Frutal, and 17 genotypes in five planting times in Pindorama; and to evaluate based on oil and protein contents, adaptability and stability, through the parametrical method and non-parametrical, as well as to characterize the genetic divergence of 15 genotypes through multivariate techniques, in 13 different environments. The experimental design was a randomized blocks, with three replications. The oil and protein contents in the grains were determined on the basis of dry matter.

We performed analyses of individual variance, followed by a joint analysis of variance in the effects of genotypes and environments were considered fixed. The averages were compared by Tukey test at 5% probability. The analysis of adaptability and stability was made by the Eberhart and Russell and Annicchiarico methods. In the study of genetic divergence, were used agglomerative methods of Tocher and UPGMA. It can be concluded that the harvest of cultivar Valiosa RR soybean seeds can be anticipated up to 33 days (stage R_{5,3}), without causing accentuated damages to its germination and, up to 15 days (stage R_{7,1}) without influencing the oil and protein contents. In Viçosa the delaying of planting caused decrease the levels of oil and increase in protein content in a different way between the genotypes, and despite of a positive correlation, the SPAD reading and the visual grades didn't totally coincide with the selection and classification of genotypes for the protein content. In Frutal the protein content and productivity were more influenced by the interaction genotypes x soil, whereas the oil content by genotype x planting times, The productivity correlated negatively with the protein content, the same way that correlates well with the oil content highlighting the genotype PTN-Bio for protein, M-Soy 8001 for oil and M-Soy 8400 for grain yield. In Pindorama the highlights for protein and oil were the same, while in yield deployed to the genotype Elite. The correlation among productivity and oil content was positive in this site. Taking into account the 13 environments, the genotypes M-Soy 8001, Garantia, Sambaiba, UFV 16 and UFV 2005 were classified as of wide fitting and low stability for the oil level by the method of Eberhart and Russel. For protein content, the genotypes PTN-Bio and Garantia, were classified in the same way, and the Splendor of as wide adaptability and high stability. The methodology Annicchiarico indicated as more stable and adapted, the genotypes M-soy 8001 and Garantia for oil content and PTN-Bio and UFVTN 102, for protein content. The genotype M-Soy 8001 formed an isolate group for oil level in the pooling by the Tocher and UPGMA methods, whereas for protein, both showed a dissimilarity of PTN-Bio regarding to the other genotypes.

INTRODUÇÃO GERAL

Atualmente, a soja, [*Glycine max* (L.) Merrill], destaca-se como a mais importante oleaginosa cultivada no mundo. Originária da China, onde foi cultivada por milênios como alimento, constitui espécie de grande interesse econômico, em função dos teores elevados de proteína e óleo e de sua produtividade de grãos.

A soja constitui a mais importante cultura do Brasil, tanto na área de cultivo, como no valor agregado de suas colheitas anuais, formando ainda o complexo “grão, farelo e óleo”, considerado o mais relevante do setor exportador brasileiro. É digno de nota também o impacto da cadeia do agronegócio da soja sobre os setores de fertilizantes, defensivos, máquinas e implementos agrícolas, em relação aos quais a sojicultura detém a primazia das compras e das encomendas. A soja é a segunda cultura em produção de grãos no Brasil, sendo superada somente pela cultura do milho. Apresenta elevado valor socioeconômico devido à importância de seus produtos, principalmente farelo, óleo vegetal e seus derivados, tanto para o mercado interno como externo, gerando considerável fonte de divisas para o país, além de empregos nos diversos setores da economia. A produção brasileira de soja, na safra 2006/07, foi de 58,421 milhões de toneladas, em uma área cultivada de 20,687 milhões de hectares com produtividade média de 2824 kg ha⁻¹ (CONAB 2008). Esta produtividade chega a alcançar cerca de 3000 kg/ha no estado de Mato Grosso, o maior produtor brasileiro de soja.

A soja é a principal fonte de proteína vegetal de alta qualidade existente no mundo, com grande oferta e sem concorrência em volume e acessibilidade. No Brasil são produzidos, em média, 1.200 kg de proteína vegetal por hectare no prazo de 130 dias, que é o ciclo da cultura. Para o óleo, existem produtos sucedâneos, mas o derivado da soja ainda é o mais consumido do mundo (Beling, 2003).

Conforme Brim (1973), os grãos de soja apresentam relação 2:1 entre os teores de proteína e de óleo, respectivamente, enquanto outras culturas como o amendoim e o girassol apresentam este índice inverso.

A principal utilização da soja, tanto no Brasil como no resto do mundo, é como matéria-prima para a indústria de esmagamento, que produz óleo bruto ou degomado e farelo. O óleo é utilizado como matéria-prima para a indústria alimentícia (óleo refinado, gorduras hidrogenadas, margarinas, maionese etc) e o farelo é principalmente utilizado na indústria de rações. O óleo de soja é o líder mundial dos óleos vegetais, representando entre 20 e 24% de todos os óleos e gorduras consumidas no mundo. No Brasil este número se eleva acima de 50% em produtos alimentícios (Moreira, 1999).

O óleo de soja é composto por 15% de ácidos saturados e 85% de ácidos insaturados. Dentre os saturados, há predomínio do ácido palmítico ($C_{16:0}$), seguido pelo ácido esteárico ($C_{18:0}$). Dentre os ácidos insaturados, há predomínio do ácido linoléico ($C_{18:2}$), seguido pelos ácidos oléico ($C_{18:1}$) e linolênico ($C_{18:3}$) (Araújo et al., 2003).

Os óleos vegetais, classificados como óleos fixos, são substâncias oleosas, não voláteis, contidas normalmente nas sementes das plantas, que têm por constituição os triglicerídeos de ácidos graxos, sendo também chamados de óleos triglicerídeos ou óleos vegetais. Devido à grande diversidade de óleos vegetais e alta produtividade (soja, mamona, dendê, algodão, pupunha) o Brasil demonstra grande abertura para uma nova alternativa energética no que se refere à substituição do diesel a partir de biocombustível, ou seja, o diesel produzido de óleos vegetais. Uma grande vantagem do biodiesel é sua eficácia como aditivo (de até 20% sem qualquer adaptação para o motor), podendo ser agregado ao diesel de petróleo. Preocupados com a iminência do esgotamento das reservas de petróleo e em

manter o equilíbrio ambiental, governos e corporações passaram a investir cada vez mais na pesquisa de combustíveis mais “limpos” como alternativa energética. Estes combustíveis estão sendo alvo de pesquisas destinadas a torná-los economicamente viáveis, desta vez substituindo o diesel fóssil pelo biodiesel, nome dado ao “diesel” extraído de óleos vegetais (Araújo et al., 2003).

As frações de proteína e óleo da soja compreendem aproximadamente 60% do total do peso seco da semente. Os grãos maduros contêm cerca de 40,7% de proteína, 22,7% de óleo, 10,9% de açúcares totais, 6,7% de fibra, cerca de 5,8% de cinzas e 30,8% de carboidratos em base seca (Costa et al., 1973/74).

Os teores de proteína e óleo em sementes de soja determinam seu valor comercial. O farelo de soja destinado à exportação é classificado em três categorias de acordo com seu conteúdo de proteína: HyPro (>48%), Normal (46%) e LowPro (<43,5%). Para atingir o índice classificado como Normal e HyPro, a soja deve conter acima de 41,5 e 43% de proteína nas sementes, respectivamente, com base na matéria seca (Moraes et al., 2006).

Nos últimos anos, têm sido freqüentes os questionamentos, em alguns Estados brasileiros, sobre a redução do teor de proteína nas novas cultivares de soja. No entanto, a indústria de moagem não tem demonstrado interesse nos teores de óleo ou proteína para comercialização, logo a demanda de pesquisa nesta área se restringe aos interesses de alguns nichos de mercado, como o de produção de soja para a alimentação humana.

Apesar da alta produtividade e de suas propriedades nutricionais e funcionais, a soja é ainda pouco usada na dieta do brasileiro. As razões para esse baixo consumo são atribuídas ao seu sabor e odor desagradáveis por causa da presença de diversos compostos orgânicos nas sementes, à indução de flatulência gerada por oligossacarídeos do tipo estaquiose, rafinose, verbascose e aos seus componentes antinutricionais (Sarwar, 1997; Morais e Silva, 2000; Vasconcelos, 2001). Todos esses fatores contribuem para que grande parte da soja seja utilizada na extração de óleos e seus resíduos sejam destinados, especialmente, à alimentação animal.

Outro aspecto inerente à qualidade da soja, considerado relevante pela indústria de alimentos, é o teor de ácido linolênico no óleo, responsável pela

baixa estabilidade dos produtos de soja. O Programa de Melhoramento da Qualidade da Soja da Universidade Federal de Viçosa, com objetivo de desenvolver linhagens especiais para a agroindústria, criou valioso germoplasma contendo, dentre outros, genes para ausência de lipoxigenase e baixos teores de ácido linolênico (Lima et al., 2007).

Entretanto, a soja e seus derivados constituem matérias-primas altamente promissoras para uso na indústria de alimentos, sobretudo em produtos à base de cereais e de carnes. A adição apropriada de derivados de soja resulta em produtos alimentícios menos calóricos, com teor de lipídios reduzido e com elevado conteúdo de proteína adequada às necessidades nutricionais de indivíduos adultos, mais baratos, além de preservar as características físicas e sensoriais do produto tradicional (McMindes, 1991; Dhingra e Jood, 2001).

Interação genótipos x ambientes e relação entre teor de óleo e de proteína

A composição química da soja pode variar com as condições climáticas, tipo de solo, localização geográfica, variedades e práticas agrônômicas, entre outros fatores (Horan, 1974).

A interação genótipos x ambientes corresponde à resposta diferencial dos genótipos às mudanças dos ambientes, evidenciando assim a dependência entre os efeitos genéticos e ambientais.

A caracterização das cultivares de soja quanto ao teor de óleo e proteína possibilita disponibilizar informações sobre as cultivares mais indicadas para determinados usos, agrega valor qualitativo a esses produtos e viabiliza o aumento de sua participação no mercado. A avaliação dos efeitos do local de semeadura sobre o teor de óleo permite a recomendação de locais que otimizem a expressão desta característica de qualidade (Pípolo, 2002).

Tango et al. (1983), estudando o teor e as características do óleo de diversos cultivares de soja provenientes de quatro regiões brasileiras, verificaram que o conteúdo de óleo e a composição em ácidos graxos variaram significativamente em função do cultivar e do local de plantio.

Nas condições brasileiras, são raras as informações experimentais que possam subsidiar programas de melhoramento genético para incremento do

teor de óleo em soja. A busca dessas informações é importante, pois se sabe que, em condições tropicais e subtropicais, o potencial de produção de óleo pode ser otimizado. Nessas condições (tropical), os cultivares tem apresentado teor de óleo mais elevado (Mascarenhas et al., 1981).

Diferenças genéticas entre cultivares de soja têm sido detectadas quanto ao teor de óleo e outros caracteres de importância agrônômica, fato que abre possibilidade de sucesso na seleção para alterar esses caracteres. Nas condições brasileiras, estudos realizados com diversos genótipos adaptados e exóticos de soja evidenciaram alguns materiais promissores para utilização em programas de melhoramento, visando a aumentar a porcentagem de óleo nos grãos. A utilização de germoplasma exótico em populações adaptadas visando a melhorar caracteres quantitativos constitui assunto de grande interesse (Vello, 1985).

A correlação entre teor de óleo e rendimento de grãos de soja, dependendo dos genótipos avaliados, pode ser elevada e positiva (Johnson et al., 1955), pequena, e variar de positiva a negativa (Simpson Junior e Wilcox, 1983), ou ausente (Kwon e Torrie, 1964). O rendimento de grãos de soja, em geral, é inversamente correlacionado com o teor de proteína nos grãos (Johnson et al., 1955; Kwon e Torrie, 1964; BYTH et al., 1969a, 1969b; Thorne e Fehr, 1970; Hartwig e Hinson, 1972; Hymowitz et al., 1972; Shannon et al., 1972; Voldeng et al., 1997; Wilcox e Guodong, 1997). Os teores de proteína e de óleo de soja são inversamente correlacionados (Johnson et al., 1955; Kwon e Torrie, 1964; Thorne e Fehr, 1970; Hymowitz et al., 1972; Simpson Junior e Wilcox, 1983; Burton, 1984).

Hartwig (1973) e Helms e Orf (1998) conseguiram aumentar, por melhoramento genético, a concentração de proteína, chegando até um valor de 50%, mas reduziram a concentração de óleo e a produtividade de grãos. O aumento nas quantidades de proteína ocorreu à custa do decréscimo do teor de óleo, carboidratos totais e sacarose, além de aumento no número de aminoácidos sulfurados em linhagens com diferentes teores de proteína (Wilcox e Shibles, 2001). Moraes et al. (2006), com o objetivo de caracterizar bioquimicamente duas isolinhas de soja com alto teor de proteína, verificaram que o aumento do teor de proteína nas isolinhas foi acompanhado por redução no teor de óleo e de carboidratos totais.

Em estudos com diferentes cultivares de soja, Tango et al. (1974a, 1974b) verificaram variação nos teores de óleo e de proteína nas sementes, conforme a localidade do cultivo e o ano agrícola. Resultados semelhantes foram observados por Teixeira et al. (1979a) e Maini e Bains (1965). Em estudos nos EUA, Hartwig (1973) constatou teores médios de proteína e óleo de 40,5 e 21% respectivamente, enquanto no Estado de São Paulo, Mascarenhas (dados não publicados) observou para essas substâncias de reserva na semente valores de 35 e 24% respectivamente. Costa et al. (1981) citaram teores de proteína bruta entre 40,00% e 41,38% em grãos de sete cultivares comerciais produzidos na safra de 1973. As diferenças nos teores de óleo e de proteína entre cultivares recomendados no Brasil e nos EUA provavelmente são devidas a fatores ambientais, destacando-se a acidez do solo. Razões genéticas podem ser descartadas, pois, de acordo com Hiromoto e Vello (1986), os cultivares recomendados nos dois países têm bases genéticas semelhantes.

Com o objetivo de avaliar o efeito da disponibilidade hídrica e do arranjo de plantas sobre a qualidade de grãos dos cultivares de soja BRS 137 e BRS 138, Maehler et al. (2003) verificaram que, mantendo o potencial de água no solo em valores iguais ou maiores que 0,05 MPa, aumenta-se o teor de N na parte aérea e a duração do enchimento de grãos da soja, refletindo em maior teor de proteína, tamanho e peso do grão. A soja cultivar BRS 137 apresenta maior teor de proteína, tamanho e peso do grão do que a BRS 138. O teor de óleo nos grãos não foi alterado pela irrigação, pelo cultivar nem pelo arranjo de plantas. Os rendimentos de proteína e óleo foram mais elevados nos tratamentos com irrigação, no cultivar BRS 137 e nos espaçamentos de 20 e 40 cm.

Trabalhando com outros cultivares de soja, Tango et al. (1974c) não encontraram diferenças nos teores de proteína e de óleo pela aplicação de nitrogênio mineral, inoculantes, calagem e adubação mineral. Teixeira et al. (1979b) confirmaram esses dados, mostrando que a aplicação de níveis crescentes de fósforo e de potássio não proporcionou aumento dos teores de proteína no cultivar Santa Rosa. Por outro lado, os trabalhos de Maini e Bains (1965) e de Morse (1959) revelaram a influência da adubação mineral sobre a composição química de sementes de soja. As pesquisas de Mascarenhas et al.

(1981) e Gallo et al. (1986) evidenciaram que, com o aumento dos níveis de calagem, eleva-se o teor de nitrogênio das folhas pela maior eficiência da fixação simbiótica e, conseqüentemente, a proteína nas sementes.

No ano agrícola de 1986/87, nas Estações Experimentais de Mococa e Ribeirão Preto, Mascarenhas et al. (1990) efetuaram experimentos com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de níveis crescentes de calcário dolomítico (0, 4, 8 e 12 t ha⁻¹) sobre os teores de óleo e proteína nos grãos dos cultivares de soja IAC-Foscarin-31, IAC-11, IAC-12 e Cristalina. Os maiores teores de óleo e de proteína foram observados nos grãos colhidos em Mococa. Independentemente da calagem e das localidades, o 'IAC-12' apresentou as maiores produções médias de óleo e proteína por área 561 e 963 kg ha⁻¹ respectivamente. Em todas as localidades, a calagem promoveu elevação do teor de proteína e redução do teor de óleo nos grãos. A produção de óleo e proteína (kg ha⁻¹) aumentou linearmente com os níveis de calagem utilizados, em decorrência de aumento significativo do rendimento em grãos após a correção do solo.

Mascarenhas et al. (1996) estudaram o efeito da calagem sobre a produtividade de grãos, óleo e proteína de quatro cultivares de soja e verificaram que, independentemente dos cultivares, a calagem aumentou a produtividade de grãos, diminuiu a concentração de óleo e aumentou a de proteína.

Caires et al. (2003) avaliaram a produtividade de grãos, óleo e proteína e a composição mineral de grãos de soja cultivada em semeadura direta, considerando a aplicação de doses de calcário, sem e com sua reaplicação na superfície. Os autores verificaram que a concentração de N nas folhas e a produtividade de grãos, óleo e proteína de soja não são influenciadas pela aplicação superficial de calcário em solo ácido, com teores suficientes de Ca, Mg e K trocáveis, em semeadura direta; A calagem na superfície, em semeadura direta, aumenta o teor de óleo e não causa alterações na concentração de proteína de soja. A aplicação superficial de calcário aumenta os teores de P e Ca, reduz a concentração de Zn e não altera os teores de K, Mg, Cu, Mn e Fe nos grãos de soja. O aumento de P e Ca e a redução de Zn nos grãos de soja ocorrem em vista da reação do calcário na camada de solo de 0-5 cm.

Visando a avaliar se os cultivares de soja lançados após 1990 diferem dos mais antigos quanto aos teores de proteína e de óleo, Bonato et al. (2000) realizaram estudo com cultivares em uso no Rio Grande do Sul, lançados em diferentes períodos, a partir dos anos 70. Os autores verificaram que os cultivares colocadas no mercado do Rio Grande do Sul após 1980, especialmente os lançados em 1996 e em 1997, apresentam menor teor de proteína nos grãos; que a redução do teor de proteína se deve ao uso de determinados genitores nos programas de melhoramento, especialmente ao uso dos cultivares União e Industrial; que as novas linhagens mostram teor médio de proteína, considerado normal para o grão de soja; e que não há, nos genótipos e nos ambientes estudados, associação significativa entre o rendimento de grãos e os teores de óleo e de proteína. No entanto, a associação entre o teor de proteína e o de óleo é significativamente negativa.

Adaptabilidade e estabilidade fenotípica

Para a produtividade de grãos e demais caracteres quantitativos o fenótipo de soja a ser selecionado depende do genótipo, do ambiente e da interação genótipos X ambientes. Essa interação ocorre devido à inconsistência do desempenho dos genótipos nos vários ambientes, refletindo nas diferentes respostas dos genótipos às mudanças ambientais. Considerando as inúmeras variações ambientais em que a soja é comumente submetida no Brasil, é esperado que a interação genótipos x ambientes assumam papel fundamental na manifestação fenotípica, devendo, portanto, ser estimada e considerada no programa de melhoramento genético e na indicação de cultivares (Prado et al., 2001).

Estudos a respeito da interação genótipos x ambientes, apesar de serem de grande importância para o melhoramento, não proporcionam informações pormenorizadas sobre o comportamento de cada genótipo frente às variações ambientais. Para tal objetivo, realizam-se análises de adaptabilidade e estabilidade, pelas quais se torna possível a identificação de cultivares com comportamento previsível e que sejam responsivos às variações ambientais, em condições específicas ou amplas (Cruz e Regazzi, 1997)

Adaptabilidade e estabilidade, embora sejam fenômenos relacionados, não devem ser considerados como um só. Cruz e Regazzi (1997) conceituam adaptabilidade como a capacidade potencial dos genótipos de responderem vantajosamente ao estímulo ambiental e a estabilidade refere-se à capacidade de os genótipos mostrarem comportamento altamente previsível em função do estímulo ambiental.

Quando o comportamento de dois cultivares são concordantes em dois ambientes distintos, não há interação (retas paralelas). Quando os comportamentos são diferentes, mas seguem a mesma tendência (retas com inclinações diferentes sem se cruzarem), a interação é chamada de interação simples, não acarretando maiores problemas. Entretanto, quando os cultivares possuem comportamento inconsistente, a interação é denominada complexa (as retas se cruzam). Considerando um número maior de ambientes e de cultivares, a presença de interação complexa quase sempre indica a existência de cultivares especificamente adaptados a ambientes particulares, bem como de outras com adaptação mais ampla, porém sem alto potencial produtivo. Segundo Ramalho et al. (1993), há três maneiras de atenuar os efeitos da interação genótipos x ambientes: 1) identificar cultivares específicos para cada ambiente; 2) zoneamento ecológico e 3) identificação de cultivares com maior estabilidade fenotípica.

Em um programa de melhoramento, a avaliação de genótipos visando à identificação e recomendação de materiais superiores em diferentes ambientes é considerada por muitos autores como uma das etapas mais importantes, trabalhosas e onerosas (Silva e Duarte, 2006; Maia et al., 2006; Rocha et al., 2005; Nunes et al., 2002; Atroch et al., 2000; Prado et al., 2001 e Farias, et al., 1997), pois exige a condução de experimentos precisos e em uma grande amplitude de condições ambientais. Existem disponíveis na literatura vários métodos para estudo e quantificação da interação genótipos X ambientes: O método tradicional de Plaisted e Peterson, (1959); de Finlay e Wilkinson, (1963); de Wricke (1965); de Eberhart e Russell (1966); de Perkins e Jinks (1968); de Freeman e Perkins (1971); de Taí (1971); de Verma et al., (1978); de Silva e Barreto (1986); de Lin e Binns (1988); de Cruz et al., (1989); e de Annicchiarico (1992). A diferença entre os métodos origina-se nos próprios

conceitos de estabilidade e nos procedimentos biométricos empregados para medi-la.

Os métodos baseados em regressão relacionam as respostas individuais dos genótipos com o efeito do ambiente, geralmente, estimado utilizando o índice ambiental associado tanto à regressão linear simples quanto à regressão linear bissegmentada (Cruz e Regazzi, 1997). Como desvantagens desses métodos, destacam-se: o número mínimo de ambientes para análise (três para os métodos que utilizam regressão linear simples e seis para os que utilizam regressão linear bissegmentada) o maior número de parâmetros que devem ser simultaneamente avaliados para a recomendação; e um problema de ordem estatística, a existência de dependência entre o índice ambiental utilizado para classificar os ambientes e a produtividade média da cultivar (Cruz et al., 1989).

Segundo Eberhart e Russell (1966), a cultivar ideal é aquela que tem alta produtividade, coeficiente de regressão igual à unidade e desvio de regressão não significativo. Lin et al., (1986) apresentaram críticas aos métodos que baseiam-se no desvio da regressão como parâmetro de estabilidade. Segundo os autores, esse parâmetro serve apenas para indicar o ajuste dos dados à equação obtida, ao invés de maior ou menor estabilidade da cultivar. Reiteram que a baixa adaptação representada por σ_{di}^2 elevado ou coeficiente de determinação (R_i^2) pequeno deve ser interpretada como indicativo de que o uso do modelo de regressão para estimar a estabilidade não é apropriado e que alternativas devem ser investigadas.

O método desenvolvido por Annicchiarico (1992) estima o índice de confiabilidade de determinado genótipo apresentar desempenho abaixo da média do ambiente. Esse método promissor apresenta a vantagem de a seleção de um determinado genótipo para comercialização ser realizada considerando o risco de o mesmo ter um desempenho inferior a um padrão convenientemente escolhido. Considerando que o padrão escolhido é a média geral dos genótipos, quanto maior o índice de confiabilidade de um genótipo, menor sua probabilidade de insucesso.

Barros (2007), estudando adaptabilidade e estabilidade de soja por métodos paramétricos e não-paramétricos, concluiu que os métodos de Lin e

Binns (1988), Annicchiarico (1992) e centróide de Rocha et al. (2005) foram coerentes entre si e permitiram identificar, entre os genótipos avaliados, aqueles de maior produtividade, estabilidade e adaptabilidade.

Objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito da antecipação e do retardamento de colheita na germinação e nos teores de óleo e de proteína de sementes de soja; avaliar a variação fenotípica e a correlação dos teores de óleo e proteína nos grãos e leituras SPAD e notas visuais de intensidade de coloração das folhas bem como a adaptabilidade e estabilidade em quatro épocas de plantio em Viçosa; avaliar a magnitude da interação genótipos x ambientes, a adaptabilidade e estabilidade, com base na produtividade e nos teores de óleo e de proteína de 15 genótipos de soja, em duas épocas de plantio e dois tipos de solo em Frutal, e 17 genótipos em cinco épocas de plantio em Pindorama; e avaliar, com base nos teores de óleo e de proteína, a adaptabilidade e a estabilidade, pelo método paramétrico e não paramétrico, bem como caracterizar a divergência genética de 15 genótipos por meio de técnicas multivariadas, em 13 ambientes diferentes.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfafa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics and Breeding**, v. 46, n. 1, p. 269-278, 1992.

ARAÚJO, M.K.; SELVAM, P.V.P.; SANTOS, P.H., SANTIAGO, S.HB. Síntese e análise econômica de produção de biodiesel a partir de matérias-primas regionais. In: **2º CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO & GÁS**. Rio de Janeiro, 2003.

ATROCH, A.L.; SOARES, A.A.; RAMALHO, M.A.P. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de arroz de sequeiro testadas no Estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.3, p.541-548, 2000.

BARROS, H. B. **Adaptabilidade e estabilidade de soja por métodos paramétricos e não-paramétricos**. Viçosa, 2007. 82p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa.

BELING, R. R. **Anuário brasileiro da soja 2003**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2003. 144p.:il.

BONATO, E.R.; BERTAGNOLLI, P.F.; LANGE, C.E.; RUBIN, S. de A.L. Teor de óleo e de proteína em genótipos de soja desenvolvidos após 1990. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.35, n.12, p.2391-2398, 2000.

BRIM, C.A. Quantitative genetics and breeding. In: CALDWELL, B.E.; HOWELL, R.W.; JOHNSON, H.W., ed. **Soybeans: improvement, production and uses**. Madison: American Society of Agronomy, 1973. 172p.

BURTON, J.W. Breeding soybeans for improved protein quantity and quality. In: **WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE**, 3., 1984, Ames. **Proceedings**. Boulder: Westview, 1984. p.361-367.

BYTH, D.E.; CALDWELL, B.E.; WEBER, C.R. Specific and nonspecific index selection in soybean *Glycine max* L. (Merrill). **Crop Science**, Madison, v.9, p.702-705, 1969a.

BYTH, D.E.; WEBER, C.R.; CALDWELL, B.E. Correlated truncation selection for yield in soybeans. **Crop Science**, Madison, v.9, p.699-702, 1969b.

CAIRES, E.F.; FERRARI, R.A.; MORGANO, M.A. Produtividade e qualidade da soja em função da calagem na superfície em semeadura direta. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.2, p.283-290, 2003.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>- acesso em 03/07/2008.

COSTA, S.I. da; MORI, E.E.M.; FUJITA, J.T. Características químicas, organolépticas e nutricionais de algumas cultivares de soja. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. p. 823-827.

COSTA, S.I.; 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**, Campinas, v.5, p.305-319, 1973/74.

CRUZ, C. D.; TORRES, R. A.; VENCOVSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 12, p. 567-580, 1989.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Editora UFV. Viçosa-MG, 1997. 390p.

DHINGRA, S.; JOOD, S. Organoleptic and nutritional evaluation of wheat breads supplemented with soybean and barley flour. **Food Chem.**, v. 77, n. 4, p. 479-488, 2001.

EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, v.6, n.1, p.36-40, 1966.

FARIAS, F.J.C.; RAMALHO, M.A.P.R.; CARVALHO, L.P.; MOREIRA, J.A.N.; COSTA, J.N. Parâmetros de estabilidade propostos por Lin & Binns (1988) comparados com o método da regressão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, v.4, p.407-414, 1997.

FINLAY, K. W.; WILKINSON, G. N. The analysis of adaptation in plant-breeding programme. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v.14, n.5, p.742-754, 1963.

FREEMAN, G. H.; PERKINS, J. M. Environmental and genotype-environmental components of variability. VIII. Relations between genotypes grown in different environments and measures of these environments. **Heredity**, v. 27, p. 15-23, 1971.

GALLO, P.B.; MASCARENHAS, H.A.A.; QUAGGIO, J.A. & BATAGLIA, O.C. Resposta diferencial das culturas de soja e sorgo à calagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.10, p.253-258, 1986.

HARTWIG, E.E. Varietal development In; **Soybean**: improvement, production and uses, edited by B.E. Caldwell, R.W. Howell & H.W. Johnson. Madison, Wis., American Society of Agronomy, 1973. 194p.

HARTWIG, E.E.; HINSON, K. Association between chemical composition of seed and seed yield of soybeans. **Crop Science**, Madison, v.12, p.829-830, 1972.

HELMS, T.C.; ORF, J.H. Protein, oil and soybean lines selected for increased protein. **Crop Science**, v.38, n.3, p.707-711, 1998.

HIROMOTO, D.M.; VELLO, N.A. Genetic base of Brazilian soybean cultivars. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.9, n.2, p.295-306, 1986.

HORAN, F.E. Soy protein products and their production. **Journal of the American Oil Chemists**. Champaign, v.51, n.1, p.67-73, 1974.

HYMOWITZ, T.; COLLINS, F.I.; PANCZNER, J.; WALKER, W.M. Relationship between the content of oil, protein and sugar in soybean seed. **Agronomy Journal**, Madison, v.64, p.613-616, 1972.

JOHNSON, H.W.; ROBINSON, H.F.; COMSTOCK, R.E. Genotypic and phenotypic correlations in soybeans and these implications in selection. **Agronomy Journal**, Madison, v.47, p.477-483, 1955.

KWON, S.H.; TORRIE, J.H. Heritability and interrelationship among traits of two soybean populations. **Crop Science**, Madison, v.4, p.196- 198, 1964.

LIMA, W.A.A. de; BORÉM, A.; DIAS, D.C.F.S.; MOREIRA, M.A.; DIAS, L.A. dos S.; PIOVESAN, N.D. Retardamento de colheita como método de diferenciação de genótipos de soja para qualidade de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.1, p.186-192, 2007.

LIN, C. S.; BINNS, M. R.; LEFKOVITCH, L. P. Stability analysis: Where do we stand? **Crop Science**, Madison, v.26, p.894-900, 1986.

LIN, C.S.; BINNS, M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivars x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, v.68, n.1, p.193-198, 1988.

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.

MAIA, M.C.C.; VELLO, N.A.; ROCHA, M.M.; PINHEIRO, J.B.; SIVLA JUNIOR, N.F. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens experimentais de soja selecionadas para caracteres agronômicos através de método uni-multivariado. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.2, p.215-226, 2006.

MAINI, M.S.; BAINS, G.S. Effect of variety and agronomic practices on the yield and composition of soybeans. **Indian Oil Seed Journal**, v.9, n.4, p.231 -243, 1965.

MASCARENHAS, H.A.A, TANAKA, R.T, GALLO, P.B.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; AMBROSANO, G.M.B.; CARMELLO, Q.A.C. Efeito da calagem sobre a produtividade de grãos, óleo e proteína em cultivares precoces de soja. **Sci. Agric.**, v.53, n.1, p.164-172, 1996.

MASCARENHAS, H.A.A.; TEIXEIRA, J.P.F.; NAGAI, V.; TANAKA, R.T.; GALLO, P.B.; PEREIRA, J.C.V.A. A calagem nos teores de óleo e proteína em soja. **Bragantia**, v.49, n.1, p.171-182, 1990.

MASCARENHAS, H.A.A; QUAGGIO, JA; HIROCE, R.; BRAGA, N.R.; MIRANDA, M.A.C. de & TEIXEIRA, J.P.F. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à aplicação de doses de calcário em solo Latossolo roxo distrófico de cerrado. I. Efeito imediato. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA,2.,Brasília, 1981. **Anais**. Londrina, EMBRAPA-CNPSO, 1981. v.2, p.742-751.

McMINDES, M. K. Applications of isolated soy protein in low-fat meat products. **Food Tech.**, v. 45, n. 12, p. 61-64, 1991.

MORAES, R.M.A. de; JOSÉ, I.C.; RAMOS, F.G.; BARROS, E.G. de; MOREIRA, M.A. Caracterização bioquímica de linhagens de soja com alto teor de proteína. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.41, n.5, p.725-729, 2006.

MORAIS, A. A. C.; SILVA, A. L. Valor nutritivo e funcional da soja. **Rev. Bras. Nutr. Clin.**, v. 15, n. 2, p. 306-315, 2000.

MOREIRA, M. A. Programa de Melhoramento genético da qualidade de óleo e proteína da soja desenvolvido na UFV. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1., 1999, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 1999. p. 99-104.

MORSE, W.J. Chemical composition of soybean seeds. In: MARKLEY, K.S. **Soybeans and soybean products**. New York, Interscience, 1959. cap.4, p.135-156.

NUNES, G.H.S.; REZENDE, G.D.S.P.M.; RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.S.; Implicações da interação genótipos x ambientes na seleção de clones de eucalipto. **Cerne**, Lavras, v.8, n.1, p 49-58, 2002.

PERKINS, J. M.; JINKS, J. L. Environmental and genotype-environmental components of variability. III. Multiple lines and crosses. **Heredity**, Oxford, v. 23, p. 339-356, 1968.

PÍPOLO, A. E. **Influência da temperatura sobre as concentrações de proteína e óleo em sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Piracicaba, 2002. 128 p. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de São Paulo.

PLAISTED, R. L.; PETERSON, L. C. A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations or seasons. **American Potato Journal**, Orono, v.36, p.381-385, 1959.

PRADO, E.E.P.; HIRIMOTO, D.M.; GODINHO, V.P.C.; UTUMI, M.M. RAMALHO, A.R. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em cinco épocas de plantio no cerrado de Rondônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.4, p.625-635, 2001.

RAMALHO, M.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M.J. Interação dos genótipos por ambientes. In: **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: Ed. da UFG, 1993. p.137-170.

ROCHA, R.B.; MURO-ABAD, J.I.; ARAUJO, E.F.; CRUZ, C.D. Avaliação do método centróide para estudo de adaptabilidade ao ambiente de clones de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, n.3, p.255-266, 2005.

SARWAR, G. The protein digestibility-corrected amino acid score method overestimates quality of proteins containing antinutritional factors and of poorly digestible proteins supplemented with limiting amino acids in rats. **J. Nutr.**, v. 127, n.10, p. 758-764, 1997.

SHANNON, J.G.; WILCOX, J.R.; PROBST, A.M. Estimated gains from selection for protein and yield in the F4 generation of six soybean populations. **Crop Science**, Madison, v.12, p.824-826, 1972.

SILVA, J. G. C.; BARRETO, J. N. An application of segmented linear regression to the study of genotype x environment interaction. **Biometrics**, Washington, v. 41, n. 4, p. 1093, 1986.

SILVA, W.C.J.; DUARTE, J.B. Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. V.41, n.1, p.23-30, 2006.

SIMPSON JUNIOR, A.M.; WILCOX, J.R. Genetic and phenotypic associations of agronomic characteristics in four high protein soybean populations. **Crop Science**, Madison, v.23, p.1077-1081, 1983.

TAI, G. C. C. Genotype stability analysis and its, a application to potato regional trials. **Crop Science**, Madison, v. 11, p. 184-190, 1971.

TANGO, J.S.; MASCARENHAS, H.A.A; SHIROSE, I. & FIGUEIREDO, I.B.F. Influência de inoculantes, calagem e adubação química nos teores de matéria graxa e proteína no grão de soja e de ácidos graxos no óleo. **Coletânea do ITAL**, Campinas, v.5, p.357-363, 1974c.

TANGO, J.S.; MASCARENHAS, H.A.A; FIGUEIREDO, I.B.F. & SHIROSE, I. Influência de anos agrícolas sobre os teores de matéria graxa e proteína no grão de soja e ácidos graxos. **Coletânea do ITAL**, Campinas, v.5, p.345-355, 1974a.

TANGO, J.S.; MASCARENHAS, H.A.A; FIGUEIREDO, I.B.F. & SHIROSE, I. Influência de localidade de cultura nos teores de matéria graxa e proteína nos grãos de soja e de ácidos graxos no óleo. **Coletânea do ITAL**, Campinas, v.5, p.339-344, 1974b.

TANGO, J.S.; TURATTI, J.M.; SILVA, M.T.C.; SHIROSE, I.; YOTSUYANAGI, K. Influência do local de plantio no teor e características do óleo de algumas cultivares de soja. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.20, n.4, p.355-374, 1983.

TEIXEIRA, J.P.F.; MASCARENHAS, H A A & BATAGLIA, O.C. Efeito de cultivares, tipos de solo e práticas culturais sobre a composição química de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1., Londrina, 1978. **Anais**. Londrina, EMBRAPA-CNPSo, 1979a. v.1, p.11-16.

TEIXEIRA, J.P.F.; MASCARENHAS, H A A & BATAGLIA, O.C. Efeito de cultivares, tipos de solo e práticas culturais sobre a composição química de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1., Londrina, 1978. **Anais**. Londrina, EMBRAPA-CNPSo, 1979a. v.1, p.11-16.

THORNE, J.C.; FEHR, W.R. Incorporation of highprotein, exotic germplasm into soybean populations by 2- and 3-way crosses. **Crop Science**, Madison, v.10, p.652-655, 1970.

VASCONCELOS, I.M. Nutritional study of two brazilian soybean (*Glycine max*) cultivars differing in the contents of antinutritional and toxic proteins. **Journal of Nutritional Biochemistry**, New York, v.12, n.1, p.55-62, 2001.

VELLO, N. A. **Efeitos da introdução de germoplasma exótico sobre a produtividade e relações cm a base genética das cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1985. 91 f. Tese (Livre Docência) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

VERMA, M. M.; CHAHAL, G. S.; MURTY, B. R. Limitations of conventional regression analysis: a proposed modification. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 53, p. 89-91, 1978.

VOLDENG, H.D.; COBER, 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**, Madison, 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**, Madison, v.37, p.361-364, 1997.

WILCOX, J.R.; SHIBLES, R.M. Interrelationships among seed quality attributes in soybean. **Crop Science**, v.41, p.11-14, 2001.

WRICKE, G. Zur Berechnung der Ökovalenz bei Sommerweizen und Hafer. **Zeitschrift für Pflanzenzüchtung**, Berlin, v. 52, p. 127-138, 1965.

ARTIGO 1

EFEITO DA ANTECIPAÇÃO E DO RETARDAMENTO DE COLHEITA NA GERMINAÇÃO E NOS TEORES DE ÓLEO E PROTEÍNA DAS SEMENTES DE SOJA, CULTIVAR VALIOSA RR

RESUMO: Objetivou neste trabalho avaliar a germinação e os teores de óleo e proteína de sementes de soja colhidas em diferentes estádios de desenvolvimento da planta e diferentes períodos de retardamento de colheita. O experimento foi conduzido na safra de 2005/06, em Viçosa-MG, no Campo Experimental da Agronomia da UFV. A cultivar estudada foi a BRS Valiosa RR e o delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições. Foram estabelecidos 11 tratamentos, constituindo épocas diferentes de colheita nos seguintes estádios: R_{5.1}, R_{5.3}, R_{5.5}, R₆, R_{7.1}, R_{7.3}, R_{8.1}, R₉, R_{9+10 dias}, R_{9+20 dias} e R_{9+30 dias}. A antecipação da colheita foi viabilizada por meio da aplicação, nos estádios pré-determinados, do herbicida Diquat (400g ha⁻¹) com pulverizador costal manual provido de bico “tipo leque” regulado para volume de calda de 300 L ha⁻¹. Após a colheita, procedeu-se à avaliação da das sementes e à determinação dos teores de óleo e proteína. Em seguida, os dados foram submetidos à análise estatística. Constatou-se que o estádio R_{7.1} foi a época de colheita que apresentou maior porcentagem no teste de germinação, porém só diferiu estatisticamente das épocas em que o retardamento das colheitas foi superior a 10 dias após o estádio R₉. As colheitas realizadas na fase de enchimento de grãos (estádios R_{5.3}, R_{5.5} e R₆) apresentaram valores superiores a 80 e 85% para germinação e emergência em leito de areia, respectivamente, demonstrando que a antecipação da colheita não provocou perda significativa no vigor das sementes. Por outro lado, na fase de enchimento de grãos, os teores de óleo foram menores e os de proteína maiores. Ambos se estabilizaram a partir do estádio R_{7.1} até o R₉ e apresentaram tendência de queda com o retardamento da colheita.

Palavras-chave: Dessecação, estádios de desenvolvimento, *Glycine max*.

EFFECT OF THE ANTICIPATION AND OF THE RETARDATION OF CROP IN THE PHYSIOLOGIC QUALITY AND IN THE OIL AND PROTEIN CONTENTS OF THE SEEDS OF SOY TO CULTIVATE VALIOSA RR

ABSTRACT: In this work it was aimed to evaluate the germination and the oil and protein contents in soybean seeds harvested in different stages of plant development and in different periods of harvest delaying. The experiment was carried out in 2005/06 crop, in Viçosa-MG, in the Agronomy Experimental Field at UFV. The studied cultivar was BRS Valiosa RR and the experimental design was in random blocks, with three replications. 11 treatments were settled, and different seasons of harvesting was made up in the following stages: R_{5,1}, R_{5,3}, R_{5,5}, R₆, R_{7,1}, R_{7,3}, R_{8,1}, R₉, R_{9+10days}, R_{9+20 days} and R_{9+30 days}. The anticipation of the harvest was made possible by applying, in pre-determined stages, the herbicide Diquat (400g ha⁻¹), with back sprayer equipped with “fan-type” beak regulated for syrup volume of 300 L ha⁻¹. After the harvest, it was proceeded the evaluation of seeds and determination of oil and protein determination. After that, the data were submitted to statistical analyses. It was stated that the R_{7,1} was the harvest season that showed the highest percentage in the germination test, however it only statically differed in the seasons that the harvest delaying was superior to 10 days after R₉ stage. The harvests carried out in the grain filling in phase (stages R_{5,3}, R_{5,5} and R₆) showed values higher than 80 and 85% for germination and emerging in sand banks, respectively, showing that anticipation of the harvest didn't cause significant loss in the seed vigor. On the other hand, in the grain filling in phase, the levels of oil were lower and the ones of protein were higher. Both stabilized starting from R_{7,1} stage to R₉ and showed a tendency of falling with the harvest delaying.

Key-words: Desiccation, development stage, *Glycine max*.

INTRODUÇÃO

A soja e seus derivados constituem matérias-primas altamente promissoras para uso na indústria de alimentos, sobretudo em produtos à base de cereais e

de carnes. A adição apropriada de derivados de soja resulta em produtos alimentícios menos calóricos, com teor de lipídios reduzido e elevado conteúdo de proteína adequada às necessidades nutricionais de indivíduos adultos, mais baratos, além de preservar as características físicas e sensoriais do produto tradicional (Dhingra e Jood, 2001).

O cultivo da soja para consumo humano deve se transformar em bom negócio nos próximos anos. Conforme relato de especialista em mercado internacional, veiculado pela empresa ECIRTEC (2003), o consumo dos produtos de soja deverá crescer 300% nos próximos cinco anos. Segundo a empresa NUTRISOY (2003), o consumo de soja para uso humano quadruplicou nos últimos cinco anos, atingindo 4% do total da soja produzida no Brasil. O mercado brasileiro de bebidas não-alcoólicas também está em plena expansão. No primeiro semestre de 2002, as vendas de bebidas à base de soja cresceram 104% em volume (Krones, 2002).

Vários processadores de alimentos nos Estados Unidos têm procurado incluir a proteína de soja em suas formulações como forma de atrair os consumidores, pois o Food and Drug Administration (FDA) permite a veiculação do emprego da proteína de soja como redutora de riscos de doenças cardíacas. Segundo Anthony et al. (1996), o consumo de proteína de soja está associado ao alívio de sintomas da menopausa, osteoporose e cânceres de mama e de próstata, além da redução do risco de doenças cardíacas.

O extrato de soja, também conhecido como “leite de soja”, constitui um dos produtos mais difundidos dessa leguminosa. Inicialmente, sua utilização esteve limitada a pessoas com intolerância à lactose, vegetarianos e indivíduos com restrições alimentares ou de ordem religiosa. Posteriormente, os extratos comerciais de soja alcançaram penetração considerável no mercado como fonte protéica em substituição ao leite bovino para atender populações carentes (Liu, 1999; Berk, 1992). O consumo vem aumentando visivelmente, impulsionado pelo novo enfoque da soja relacionado com a prevenção de algumas doenças. Além disso, a soja apresenta versatilidade para utilização na forma direta ou na elaboração de outros produtos como sorvetes, análogos de leite condensado, bebidas e em mistura com outras matérias-primas (Silva et al. 1998; Paz Frassino et al., 1998; Otero et al., 1998; Omueti et al., 2000; Della Modesta et al., 2001; Inui et al., 2001; Prudêncio et al., 2002).

Nos últimos anos, os programas de melhoramento têm dado ênfase ao aumento do teor de proteína e também à melhoria de sua qualidade, que se dá em razão do aumento do teor de metionina e cisteína e decréscimo de fatores antinutricionais. Atualmente, com a busca de matéria-prima para produção de biocombustíveis, o óleo de soja volta a ganhar importância nos programas de melhoramento.

Outro aspecto inerente à qualidade da soja, considerado relevante pela indústria de alimentos, é o teor de ácido linolênico no óleo, responsável pela baixa estabilidade dos produtos de soja. O Programa de Melhoramento da Qualidade da Soja da Universidade Federal de Viçosa, com o objetivo de desenvolver linhagens especiais para a agroindústria, criou valioso germoplasma contendo, dentre outros, genes para ausência de lipoxigenase e baixos teores de ácido linolênico (Lima et al., 2007).

O sucesso de um programa de melhoramento de produção de diversas espécies agrícolas, propagadas por meio de sementes, depende da utilização de genitores superiores. Precisa ainda possuir elevado potencial de produtividade, resistência às doenças e insetos, ampla adaptação ambiental e alguns parâmetros especiais, como qualidade de fibra e de grão (Krzyzanowski, 1998), devendo esses cultivares produzir sementes de alta qualidade, o que assegurará a obtenção de populações adequadas de plantas.

A qualidade fisiológica das sementes é influenciada diretamente pelo genótipo, sendo máxima por ocasião da maturidade fisiológica. Nesta fase, o peso da matéria seca, a germinação e o vigor geralmente atingem valores máximos. A partir deste momento, alterações degenerativas começam a ocorrer, de modo que a qualidade fisiológica é mantida ou decresce, dependendo das condições ambientais no período que antecede a colheita, da condução dos processos de colheita, secagem, beneficiamento e das condições de armazenamento (Delouche e Baskin, 1973; Mconald Jr., 1975).

A deterioração no campo, resultado da combinação de condições adversas do ambiente, organismos patogênicos (Caviness, citado por Medina, 1994 e Fulco et al., 1979) e ataque de percevejos (Costa et al., 1987), pode ocorrer a qualquer instante até a realização da colheita. Entretanto, de acordo com Mondragon e Potts (1974) e Delouche (1974), os efeitos negativos da deterioração são mais acentuados durante o processo de dessecação, quando

o grau de umidade das sementes é inferior a 25%. Dados da literatura indicam que, em ambientes tropicais ou subtropicais, nem sempre a época de semeadura, recomendada para a obtenção de bons rendimentos de sementes de soja, coincide com a obtenção de produto com qualidade satisfatória, em que períodos chuvosos e com temperatura elevada, durante as fases de maturação e colheita, dificultam a obtenção de sementes de soja de qualidade aceitável e a manutenção do vigor durante o armazenamento (Medina, 1994).

Ao atingir o ponto de maturação fisiológica, os grãos de soja apresentam sua maior capacidade germinativa e vigor (Popinigis, 1985). Após esse ponto, o grão pode ser considerado armazenado no campo, durante o qual as condições climáticas raramente são favoráveis, fazendo com que se inicie o processo de deterioração das sementes, enquanto a colheita não ocorre. Delouche (1980) considerou o intervalo entre a maturidade fisiológica e a colheita muito crítico. Segundo Sedyama et al. (1981), a colheita das sementes de soja deve ser feita de preferência logo após a maturidade fisiológica. Seria de grande interesse que a colheita das sementes fosse realizada o mais cedo possível, quando o teor de umidade variasse entre 20 e 25%. Todavia, esse alto teor de umidade, associado à alta densidade foliar ainda verde, torna impossível uma colheita mecânica eficaz. A utilização de desfolhante químico é uma solução para tal situação, pois sua aplicação permite antecipar a colheita.

Vários trabalhos associaram o momento da colheita de semente de soja ou a sua exposição prolongada a condições adversas no campo, à qualidade fisiológica. Assim, Marcos Filho (1979), citando vários autores, mencionou efeitos prejudiciais do atraso da colheita sobre a germinação, o vigor e a sanidade de sementes de soja, tendo de um modo geral a deterioração das sementes no campo, iniciado com a sua reidratação.

Barros et al. (2006) avaliaram o efeito do número de aplicações foliares de fungicidas e da época de colheita de cultivares de soja, em duas épocas de semeadura, na qualidade fisiológica das sementes, concluíram que o retardamento da colheita em 30 dias após o estágio R₉ reduziu a germinação, a emergência de plântulas e o vigor das sementes, independentemente da cultivar e da época de semeadura.

A obtenção de novas linhagens de soja com características específicas, por exemplo, altos teores de óleo ou de proteína, constitui processo demorado

devido ao ciclo da cultura. Com isso, muitos melhoristas adotam métodos que visam a antecipar o ciclo para ganhar tempo no processo. Se forem submetidas a análises de composição para nortear a seleção de novos materiais, as sementes obtidas em colheitas antecipadas ou retardadas devem apresentar a mesma composição daquelas colhidas no ponto de maturação de colheita (estádio R₉).

O objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito da antecipação, em diferentes estádios de desenvolvimento da planta e do retardamento de colheita, na germinação e nos teores de óleo e proteína de sementes de soja, cultivar Valiosa RR.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na safra de 2005/06, em Viçosa-MG, no Campo Experimental da Agronomia, pertencente à Universidade Federal de Viçosa, situada a 650 m de altitude, 20°45'20" de latitude Sul e 42°52'53" de longitude Oeste. A cultivar estudada foi a BRS Valiosa RR e o delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com três repetições. Cada unidade experimental foi constituída por uma fileira de cinco metros de comprimento. As fileiras foram espaçadas 0,90 m entre si com densidade populacional de 14 plantas por metro. Foram estabelecidos 11 tratamentos, constituindo épocas diferentes de colheita nos seguintes estádios: R_{5.1}, R_{5.3}, R_{5.5}, R₆, R_{7.1}, R_{7.3}, R_{8.1}, R₉, R_{9+10 dias}, R_{9+20 dias} e R_{9+30 dias}, conforme os estádios de desenvolvimento da soja adaptados por Yorinori (1996), citado pela Embrapa (2007).

Antes do plantio, a área foi preparada com uma aração, duas gradagens e, em seguida, sulcada. A adubação foi feita conforme resultado da análise de solo que indicou o uso de 350 Kg ha⁻¹ da formulação 00-20-20 (N-P-K). O plantio foi realizado manualmente e logo após realizou-se a inoculação das sementes com pulverização de inoculante no sulco de plantio antes da cobertura das sementes. Na segunda semana após a emergência das plantas, realizou-se um desbaste para se chegar à densidade populacional pré-estabelecida, cerca de 14 plantas por metro linear. O controle das plantas daninhas foi realizado por meio de duas aplicações do herbicida Glifosato, e o

controle de pragas e doenças feito com pulverizações de inseticidas e fungicidas recomendados para a cultura. A antecipação da colheita foi viabilizada pela dessecação das plantas pela aplicação, nos estádios pré-determinados, do herbicida Diquat (400g ha^{-1}) aplicado com pulverizador costal manual provido de bico “tipo leque” regulado para volume de calda de 300 L ha^{-1} . Em seguida procedeu-se a colheita manual das parcelas e as plantas foram levadas para a casa de vegetação onde permaneceram até as sementes atingirem 14% de umidade quando foram trilhadas em trilhadora de parcelas.

As sementes foram levadas para o laboratório onde se procedeu à avaliação da massa de cem sementes de cada parcela e também da avaliação da qualidade fisiológica destas sementes por meio de testes de germinação como indicado pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992). Os teores de óleo e proteína nas sementes, calculados com base na matéria seca, foram avaliados no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV. Para determinação do óleo (extrato etéreo), utilizou-se a extração em éter de petróleo, segundo o método de Goldfish e a proteína (bruta) foi determinada pelo método de Kjeldhal (Silva e Queiroz, 2002).

Após obtenção dos dados, foram realizados os testes de normalidade (teste de Lilliefors) e homogeneidade de variância (teste de Cochran), que evidenciaram não ser necessário submetê-los a transformações. Os dados foram interpretados estatisticamente por meio de análise variância, pelo teste comparativo de médias, Tukey a 5% de probabilidade, e pelo ajuste de equações de regressão para cada variável. A fim de implementar tais análises, utilizou-se o aplicativo computacional em genética e estatística - GENES (Cruz, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 observa-se que o número de dias que a planta leva para se desidratar, da dessecação até a colheita, vai diminuindo gradativamente com o desenvolvimento da cultura, partindo de 15 dias no estádio $R_{5.1}$ e chegando a três dias no estádio $R_{8.1}$. Os tratamentos de dessecação das plantas proporcionaram antecipação da colheita de até 37 dias, diminuindo o ciclo da cultura, de 135 para 98 dias.

TABELA 1. Número de dias da dessecação até a colheita, da emergência até a colheita e de antecipação da colheita de sementes de soja, cultivar Valiosa RR, obtidas em diferentes épocas de aplicação do desseccante/colheita – Safra 2005/06 Viçosa, MG

Aplicação do desseccante/colheita	Dessecação até a colheita (dias)	Emergência até a colheita (dias)	Antecipação da colheita (dias)
R _{5.1}	15	98	37
R _{5.3}	12	102	33
R _{5.5}	9	110	25
R ₆	7	117	18
R _{7.1}	5	120	15
R _{7.3}	4	124	11
R _{8.1}	3	127	08
R ₉	0	135	00
R _{9+10 dias}	-	145	-10
R _{9+20 dias}	-	155	-20
R _{9+30 dias}	-	165	-30

Por apresentar número insuficiente de sementes viáveis, os dados da época de colheita no estágio R_{5.1} não foram incluídos na análise estatística. A análise de variância (Tabela 2), indica que os tratamentos proporcionaram diferença significativa ($P < 0,01$) para todos os caracteres estudados.

TABELA 2. Resumo da ANOVA. Massa de cem sementes (MCS), porcentagens de germinação em germinador (G) e emergência em leito de areia (LA), teor de óleo em porcentagem de matéria seca (Óleo) e teor de proteína em porcentagem de matéria seca (Proteína) de sementes de soja, cultivar Valiosa RR, obtidas em diferentes épocas de colheita – Safra 2005/06 Viçosa, MG

FV	GL	Quadrados Médios				
		MCS (g)	G	LA	Óleo	Proteína
Blocos	2	0,03404	14,4333	2,50	0,3861	1,6389
Tratamentos	9	49,68922**	233,8667**	62,97**	7,0434**	27,5878**
Resíduo	18	0,36519	31,3222	5,61	0,7980	1,8867
Média		14,63	81,87	94,90	17,28	40,74
CV (%)		4,13	6,84	2,50	5,16	3,37

De acordo com a Tabela 3, observa-se que a massa de cem sementes (MCS) foi menor na fase de enchimento de grãos (estádios R_{5.3}, R_{5.5} e R₆), diferindo dos estádios de maturação R_{7.1} e R_{7.3}, que por sua vez apresentaram valores menores que o ponto de maturação de colheita (estádios R₉). Na Figura 1 pode ser observado o comportamento da curva que representa a relação entre o número de dias após a emergência da planta e a MCS em gramas.

O estágio R_{7.1} seguido pelo R_{7.3}, que representam início e meio da fase da maturação, foram as épocas de dessecação/colheita que apresentaram maiores porcentagens no teste de germinação, 92,7 e 90,3, respectivamente. Só diferiram estatisticamente das épocas em que o retardamento da colheita foi superior a 10 dias após o estágio R₉, concordando com Popinigis (1985), mas discordando de Marcos Filho (1979), que relatou prejuízos decorrentes da colheita de sementes imaturas de soja.

Em todas as épocas em que houve retardamento de colheita, as porcentagens de germinação foram inferiores a 80%, chegando a 63% com o retardamento de 30 dias (Tabela 3). Estes dados concordam com os de Finoto (2004), que avaliou três cultivares e três épocas de retardamento de colheita e concluiu que as maiores perdas na qualidade das sementes foram proporcionadas pelo retardamento de colheita a partir de 20 dias após o estágio R₈.

TABELA 3. Massa de cem sementes (MCS), porcentagens de germinação em germinador (G) e emergência em leito de areia (LA), teor de óleo em porcentagem de matéria seca (Óleo) e teor de proteína em porcentagem de matéria seca (Proteína) de sementes de soja, cultivar Valiosa RR, obtidas em diferentes épocas de colheita – Safra 2005/06 Viçosa, MG

Época da colheita	MCS (g)*	G*	E L A*	Óleo*	Proteína*
R _{5,3}	8,20 c	81,0 ab	91,0 bc	15,11 c	45,56 a
R _{5,5}	9,09 c	81,0 ab	88,7 c	16,04 c	45,40 a
R ₆	9,25 c	88,3 ab	86,0 c	16,25 c	42,67 ab
R _{7,1}	15,90 b	92,7 a	96,0 ab	19,03 ab	41,60 abc
R _{7,3}	15,96 b	90,3 a	97,7 ab	19,81 a	40,68 bcd
R _{8,1}	17,48 ab	87,7 ab	98,3 a	18,98 ab	39,81 bcd
R ₉	17,74 a	82,7 ab	98,0 a	17,35 abc	37,87 cd
R _{9+10 dias}	17,14 ab	78,3 abc	98,3 a	16,10 c	37,46 d
R _{9+20 dias}	17,32 ab	73,7 bc	97,7 ab	17,02 bc	37,66 cd
R _{9+30 dias}	18,28 a	63,0 c	97,3 ab	17,10 bc	38,71 bcd

* As médias, dentro de cada coluna, seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

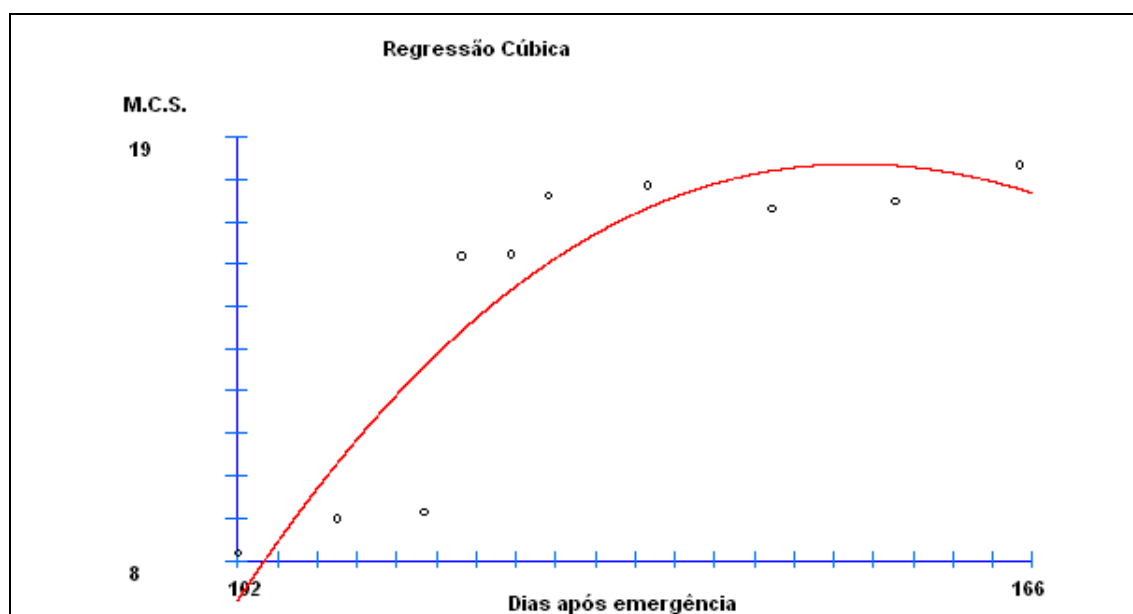


Figura 1- Relação entre o número de dias após a emergência e a massa de cem sementes (MCS) de soja, cultivar Valiosa RR, Viçosa, MG, Safra 2005/06. Os valores da regressão cúbica são: a= -121,25; b= 2,17; c= -0,0105 e d= 0,000014 ($R^2=81,04$).

A Figura 2 mostra o comportamento da curva que representa a relação entre o número de dias após a emergência da planta e a porcentagem de germinação das sementes, pode-se observar que a germinação atinge o máximo no estágio R_{7.1} (por volta de 120 após a emergência), a partir deste ponto há queda na germinação, que se acentua com o retardamento da colheita.

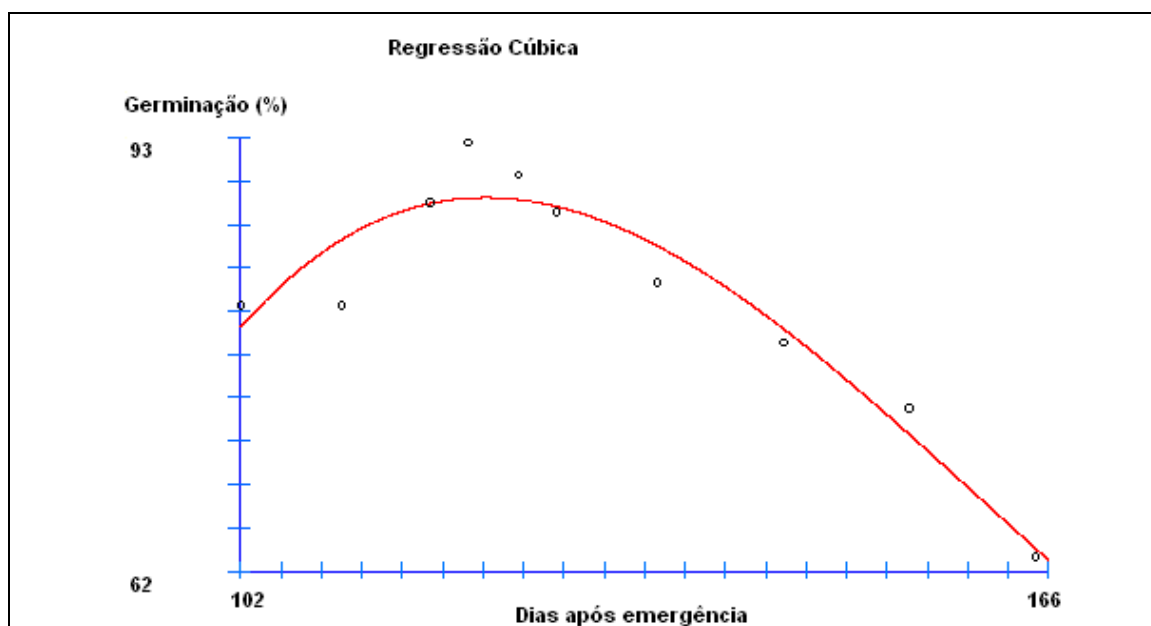


Figura 2- Relação entre o número de dias após a emergência e a porcentagem de germinação de sementes de soja, cultivar Valiosa RR, Viçosa, MG, Safra 2005/06. Os valores da regressão cúbica são: $a = -547$; $b = 13,15$; $c = -0,087$ e $d = 0,00018$ ($R^2 = 92,08$).

As dessecações/colheitas realizadas nos estádios R_{5.3}, R_{5.5} e R₆ proporcionaram as menores porcentagens de emergência das sementes em leito de areia (ELA); mesmo assim estas apresentaram valores superiores a 85% (Tabela 3), demonstrando que a dessecação e a antecipação da colheita não provocaram perda muito drástica na ELA. Esta prática pode ser adotada como técnica para acelerar em até 33 dias a obtenção de sementes em programas de melhoramentos ou outras situações que requeiram tal agilidade. Durigan (1979) avaliou a aplicação de bupiridílio (Paraquat) em algumas cultivares de soja e concluiu, após várias análises, que sua aplicação não piorou a qualidade das sementes. Nas condições deste experimento, o retardamento de colheita também não prejudicou a ELA, obtendo-se médias superiores a 95%. O comportamento da curva que representa a relação entre o

número de dias após a emergência da planta e a ELA pode ser observado na Figura 3.

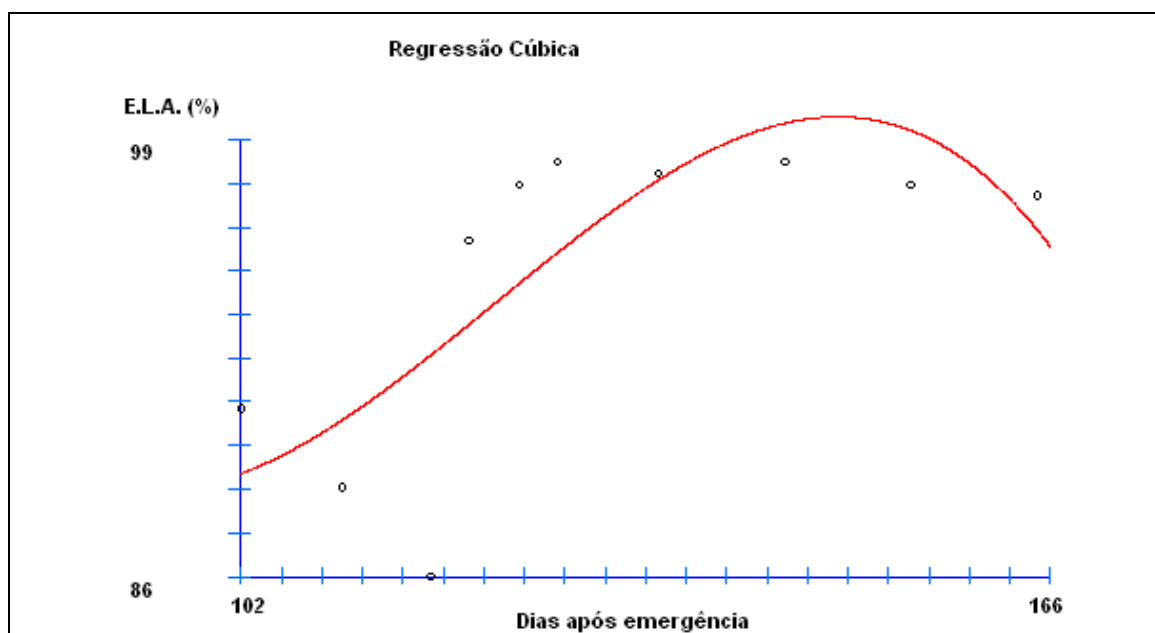


Figura 3- Relação entre o número de dias após a emergência e a porcentagem de emergência em leito de areia, de sementes de soja, cultivar Valiosa RR, Viçosa, MG, Safra 2005/06. Os valores da regressão cúbica são: $a= 308,29$; $b= -5,88$; $c= 0,051$ e $d= 0,00014$ ($R^2=58,5$).

Com relação ao teor de óleo das sementes, observam-se valores menores na fase de enchimento de grãos (Tabela 3). Estes valores atingem um máximo durante a fase de maturação da semente e apresentam tendência de queda com o retardamento da colheita (Figura 4). Isso indica que a dessecação a partir do estágio $R_{7.1}$, que proporcionou antecipação de até 15 dias na colheita, não influencia os teores de óleo das sementes.

A Figura 5 ilustra a curva que representa a relação entre o número de dias após a emergência da planta e o teor de proteína das sementes, podendo-se observar o comportamento linear da curva que indica queda do teor de proteína até os 145 dias após a emergência e que representa o retardamento de colheita 10 dias após o estágio R_9 .

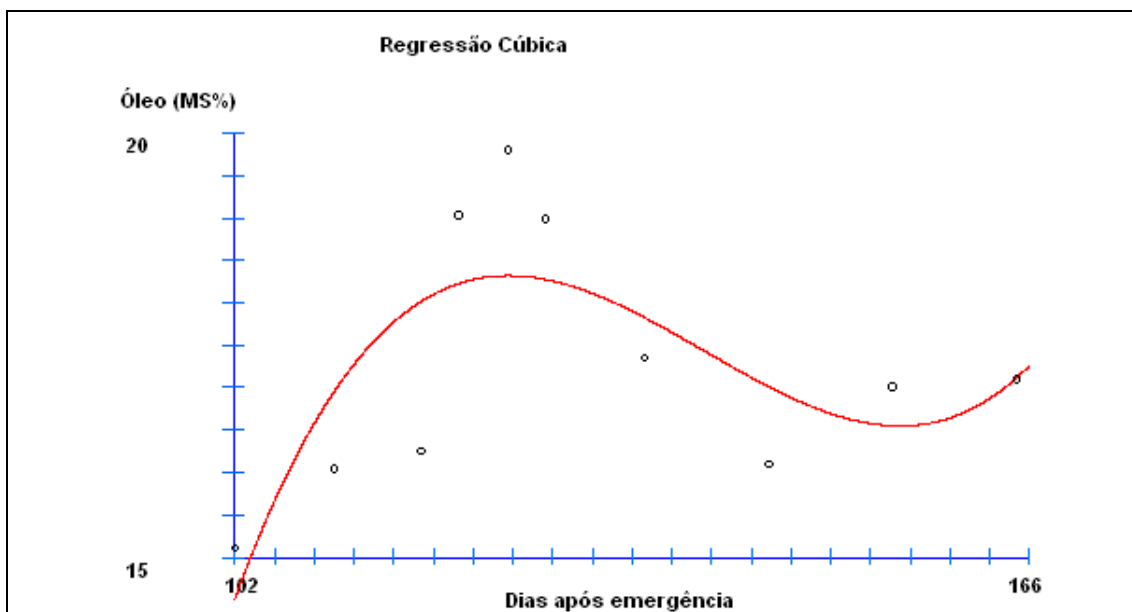


Figura 4- Relação entre o número de dias após a emergência e o teor de óleo em porcentagem de matéria seca de sementes de soja, cultivar Valiosa RR, Viçosa, MG, Safra 2005/06. Os valores da regressão cúbica são: $a = -279,76$; $b = 6,55$; $c = -0,047$ e $d = 0,00011$ ($R^2 = 57,75$).

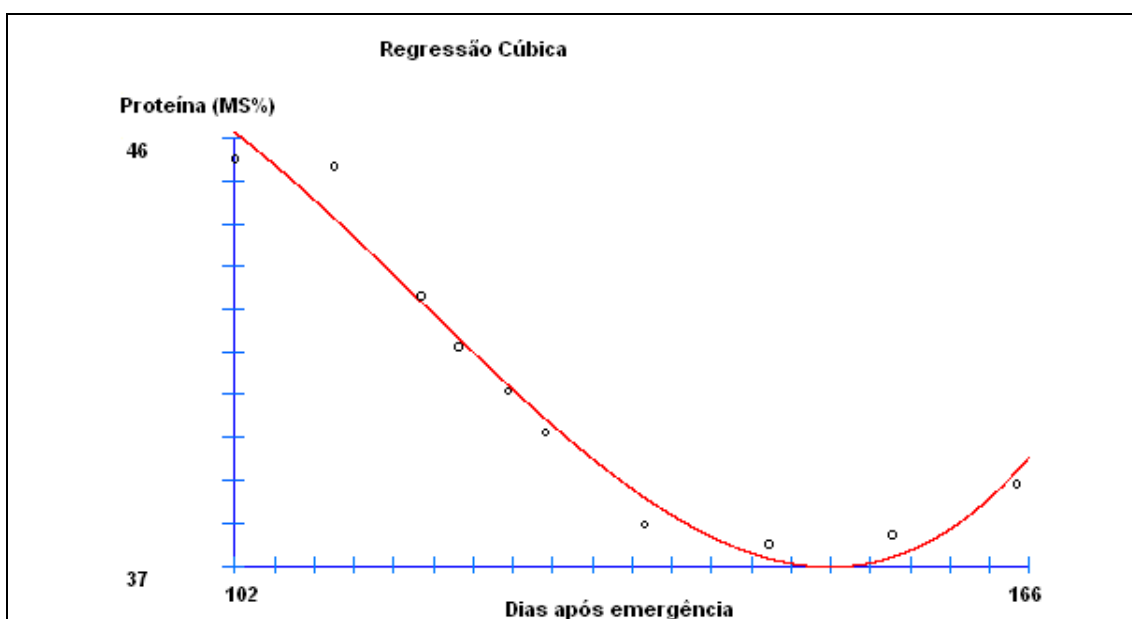


Figura 5- Relação entre o número de dias após a emergência e o teor de proteína em porcentagem de matéria seca de sementes de soja, cultivar Valiosa RR, Viçosa, MG, Safra 2005/06. Os valores da regressão cúbica são: $a = -52,34$; $b = 2,94$; $c = -0,0274$ e $d = 0,000077$ ($R^2 = 97,15$).

No caso do teor de proteína das sementes, os maiores valores ocorrem no início da fase de enchimento de grãos, decrescendo até a maturação (estádio $R_{8.1}$). A partir deste estágio observa-se queda de valores até o retardamento de

colheita de 10 dias após o estágio R₉, começando daí os valores a aumentar novamente sem diferir estatisticamente entre si (Tabela 3).

CONCLUSÕES

Pode-se concluir que nos experimentos e/ou programas de melhoramento em que as sementes não serão submetidas à análise do teor de óleo e/ou proteína, pode-se antecipar a colheita em até 33 dias, realizando-se a dessecação a partir do estágio R_{5,3}, sem acentuados prejuízos da germinação da semente;

Nos experimentos em que a análise dos teores de óleo e proteína são fundamentais para seleção de materiais precursores de novas gerações, pode-se antecipar a colheita em até 15 dias, realizando-se a dessecação a partir do estágio R_{7,1}.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTHONY, M. S.; POTTER, S. M.; SCHONFELD, G.; SCOTT, L. W.; WILLIAMS, C. L. **Soy protein and health: discovering a role for soy protein in the fight against coronary heart disease**. St. Louis: Protein Technologies International, 1996. 24 p.

BARROS, H.B.; SEDIYAMA, T.; REIS, M.S.; CECOM, P.R. Número de aplicações de fungicidas e época de colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 22, n. 2, p. 75-85, 2006.

BERK, Z. **Technology of production of edible flours and protein products from soybeans**. Roma, 1992. (FAO Agricultural Services Bulletin, n. 97).

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF. 1992, 365p.

COSTA, N.P.; FRANÇA-NETO, J.B.; PEREIRA, L.A.G. & HENNING, A.A. Avaliação da qualidade da semente de soja produzida no Estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, n.11/12, p.1157-1165, 1987.

CRUZ, C.D. **Programa GENES - aplicativo computacional em genética e estatística**, Viçosa, MG: UFV, 2001, 542p.

DELLA MODESTA, R. C.; FELBERG, I.; CABRAL, L. C.; FERREIRA, J. C. S. Avaliação da influência da adição de “leite” de castanha-do-brasil na cor de “leites” de soja integral e hidrossolúvel. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DOS ALIMENTOS, 4., 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 2001. 1 CD-ROM.

DELOUCHE, J.C. Maintaining soybean seed quality. In: DELOUCHE, J.C. (ed.). **Soybean: production, marketing and use**. s.ed., 1974. p.46-62. (Tennessee Valley Authority Bull., Y-69).

DELOUCHE, J.C., BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seeds lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n.2, p.427-52, 1973.

DHINGRA, S.; JOOD, S. Organoleptic and nutritional evaluation of wheat breads supplemented with soybean and barley flour. **Food Chem.**, v. 77, n. 4, p. 479-488, 2001.

DURIGAN, J.F. **Influência do tempo e das condições de estocagem sobre as propriedades químicas, físico-mecânicas e nutricionais do feijão mulatinho**. Campinas: FEAA, 1979. 65 p. (Dissertação Mestrado).

ECIRTEC. Equipamentos e Acessórios Industriais Ltda. Notícias sobre agrobusiness e tecnologia. Disponível <<http://br.groups.yahoo.com/group/ecirtec/message/19>> Acesso em: 05/ 09/2003.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Tecnologias de produção de soja - região central do Brasil, 2007**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 239p.

FINOTO, E.L. **Influência da época de controle de doenças de final de ciclo e do retardamento de colheita na qualidade de sementes de soja**. Viçosa, MG: UFV, 2004. 67p. (Dissertação Mestrado).

FULCO, W.S.; LEHMAN, P.S. & CRESPO, A.T. Época de colheita da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) como fator de qualidade de semente. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.4, n.1, p.25-40, 1979.

KRZYZANOWSKI, F.C. Relationship between seed technology and federal plant breeding programs. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, p.83-87, 1998.

KRONES. Sucos: consumo da bebida à base de soja aumenta no Brasil. **Boletim Eletrônico da Krones S/A**, n.6, setembro de 2002. Disponível <http://www.krones.com.br/Boletim/Edicao6/materia6.htm> [acesso em 05/09/2003].

INUI, K. H.; NAKAZAKI, C. D.; PRADO, C. C. A.; TSUHAKO, V. P.; ADELL, E. A. A.; LIMA U. A. Alimento concentrado e adoçado à base de extrato hidrossolúvel de soja. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA DOS ALIMENTOS, 4., 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, nov., 2001. 1 CD-ROM.

LIMA, W.A.A. de; BORÉM, A.; DIAS, D.C.F.S.; MOREIRA, M.A.; DIAS, L.A. dos S.; PIOVESAN, N.D. Retardamento de colheita como método de diferenciação de genótipos de soja para qualidade de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.1, p.186-192, 2007.

LIU, K. **Soybeans: chemistry, technology and utilization**. New York: Chapman & Hall, 1999. 532 p.

MARCOS-FILHO, J. **Qualidade fisiológica e maturação de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz"/USP, 1979. 180p. (Tese Livre-Docência).

McDONALD JR., M.B. A review and evaluation of seed vigor tests. **Proc. Assoc. Off. Seed Anal.** Lansing, v.65, p.109-39, 1975.

McMINDES, M. K. Applications of isolated soy protein in low-fat meat products. **Food Tech.**, v. 45, n. 12, p. 61-64, 1991.

MEDINA, P.F. **Produção de sementes de cultivares de soja, em diferentes épocas e locais do estado de São Paulo**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz/USP, 1994. 173p. (Tese Doutorado).

MONDRAGON, R.L.; POTTS, H.C. Field deterioration of soybean as affected by environment. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysts**, Lansing, v.64, n.1, p.63-71, 1974.

NUTRISOY. **Benefícios à saúde quadruplicam consumo de soja no Brasil**. Disponível <http://www.nutrisoy.com.br/noticias/noticias.asp?nt=58>. Acesso em 05 set. 2003.

OMUETI, O.; OGUNTONA, E. B.; FAIYEOLA, O.; ASHAYE, O. A. Nutritional evaluation of home-prepared soy-corn milk: a protein beverage. **Nutrition and Food Science**, v. 30, n. 3, p. 128-132, 2000.

OTERO, M.; RODRIGUEZ, T.; CAMEJO, J.; HOMBRE, R. de; VALDÉS, C. Reologia de las mezclas para helado de soja. **Alimentaria**, v. 36, n. 289, p. 87-88, 1998.

PAZ FRASSINO, M. T.; PEREA, J.; NÚÑEZ de VILLAVICENCIO, M.; HERNANÁNDEZ, R. Desarrollo de una bebida de soja-suero aromatizada com chocolate. **Alimentaria**, v. 36, n. 289, p. 83-86, 1998.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289 p.

PRUDÊNCIO, E.; FALCÃO, L. D.; BODIGNON LUIZ, M. T.; HAMAD, A. J. S.; BENEDET, H. D. Elaboração de uma bebida a partir de extrato de soja (*Glycine max*) adicionado de soro de queijo e antioxidantes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18., 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2002. 1 CD-ROM.

SEDIYAMA, T. SILVA, R.F., THIÉBAUT, J.T.L., REIS, M.S., FONTES, L.A.N., MARTINS, O. Influência da época de semeadura e do retardamento de colheita sobre a qualidade das sementes e outras características agronômicas das variedades de soja UFV-1 e UFV-2, em Capinópolis, MG. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., 1981, **Anais...** EMBRAPA, 1981. v.1, p.645-59.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: Editora UFV, 2002. 235p.

SILVA, F. C. da; WANG, S. H.; FERNANDES, S. M.; ASCHERI, J. L. R.; CABRAL, L. C. Propiedades reológicas y sensoriales de bebidas reconstituidas a base de extracto hidrosoluble de arroz y soya. **Alimentaria**, v. 36, n. 289, p. 67-72, 1998.

ARTIGO 2

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE SOJA PARA CLOROFILA NAS FOLHAS, TEORES DE ÓLEO E PROTEÍNA NOS GRÃOS EM QUATRO ÉPOCAS DE PLANTIO, EM VIÇOSA-MG

RESUMO: Objetivou-se neste trabalho avaliar a variação de leituras SPAD, notas visuais de intensidade de coloração foliar, teores de óleo e proteína nos grãos, sua estabilidade e adaptabilidade de 15 genótipos de soja, em quatro épocas de plantio, em Viçosa, MG. Os ensaios foram conduzidos no ano de 2004/05, utilizando-se o delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial (épocas de plantio X genótipos), com três repetições. A leitura SPAD foi obtida por clorofilômetro nas folhas das plantas no estágio R₆, quando lhes foi atribuída nota visual para a intensidade de coloração. Após a colheita, procedeu-se à determinação dos teores de óleo e proteína nos grãos. Os dados foram interpretados estatisticamente por meio de análise de variância, teste de Tukey a 5% de probabilidade, e calculadas as equações de regressão para os teores de óleo e proteína. A adaptabilidade e a estabilidade foram avaliadas pelo método de Annicchiarico, classificando os genótipos em relação aos caracteres da seguinte forma: Leitura SPAD, Conquista e PTN-Bio; Nota visual, UFVTN102 e UFVS2005; Teor de óleo; Garantia e UFVS2006; e Teor de proteína, PTN-Bio e UFVTN102. A média obtida pelos genótipos dentro das épocas variou de 36,20 a 47,37 para valor da leitura SPAD; 2,37 a 3,90 para nota visual; 15,77% a 21,35% para teor de óleo e de 34,50% a 50,98% para teor de proteína. O retardamento do plantio provocou diminuição dos teores de óleo e leituras SPAD e aumento dos teores de proteína nos grãos de soja, de maneira diferenciada entre os genótipos.

Palavras-chave: Clorofilômetro, *Glycine max*, variabilidade fenotípica.

ADAPTABILITY AND STABILITY OF SOY GENOTYPES TO CLOROFILA ON LEAVES, OIL AND PROTEIN CONTENTS IN GRAINS, IN FOUR OF SOYBEAN IN FOUR GROWING SEASONS IN, VIÇOSA-MG

ABSTRACT: It was aimed in this work to evaluate the SPAD reading variation of leaf coloration intensity, oil and protein contents in the grains, as well as the stability and the adaptability of 15 soybean genotypes, obtained in four growing seasons, in Viçosa, MG. The assays were conducted in the year 2004/05. The experimental design was a randomized complete block in factorial outline (times of sowing X genotypes), with three replications. The SPAD reading was obtained through chlorophyllmeter in the leaves of plants in the R₆ stage, when it was given to them visual grade for coloration intensity. After the harvest, it was carried out the determination of oil and protein levels in the grains. The data were statically interpreted by using variance analyses, Tukey test at a probability of 5%, and the regression equations were calculated for the oil and protein contents. The adaptability and stability were evaluated using Annicchiarico method, classifying the genotypes regarding to characters by using the following manner: SPAD reading, Conquista and PTN-Bio; Visual grade, UFVTN102 and UFVS2005; Oil content, Garantia and UFVS2006; protein content, PTN-BIO and UFVTN102. The average obtained by the genotypes in the seasons ranked from 36.20 to 47.37 for value of the SPAD reading; 2.37 to 3.90 for visual grade; 15.77% to 21.35 for oil content and from 34.50% to 50.98% for protein content. The planting delay caused decrease in the oil content and SPAD reading and increase the protein content in a differentiate way among the genotypes.

Key-words: Chlorophyll meter, *Glycine max*, phenotypic variability.

INTRODUÇÃO

Os melhoristas de soja precisam avaliar estratégias alternativas para aumentar a produtividade, os teores de proteína e/ou de óleo. Em se pensando

em teor de proteína, ele pode estar correlacionado com a intensidade de coloração da folha, característica de fácil visualização a campo.

O desenvolvimento do medidor portátil de clorofila para realização de leituras instantâneas do seu teor na folha, sem haver necessidade de sua destruição, surge como nova ferramenta para avaliação do nível de N nas plantas (Blackmer e Schepers, 1995; Varvel et al., 1997). O teor relativo de clorofila na folha, avaliado pelo medidor portátil de clorofila, evidencia ser um bom parâmetro indicador do nível de nitrogênio nas plantas. Além da sua utilização no manejo de N nas culturas, a determinação do teor de clorofila com o clorofilômetro apresenta outras possibilidades de uso como na integração das medidas de solo com as leituras SPAD, bem como serve de ferramenta em programas de melhoramento que têm por objetivo o desenvolvimento de genótipos com altos teores de proteína.

Helms e Orf (1998) avaliaram a eficiência do processo de seleção para aumentar o teor de proteína em até 50% para determinar a resposta correlacionada para produtividade, valor bruto por hectare, teor de óleo e a resposta direta para teor de proteína. Os autores verificaram, na média, que a seleção para acréscimo de proteína resultou em decréscimo na produtividade. O aumento nas quantidades de proteína ocorreu à custa do decréscimo do teor de óleo, carboidratos totais e sacarose, além de aumento no número de aminoácidos sulfurados em linhagens com diferentes teores de proteína (Wilcox e Shibles, 2001).

De acordo com Wilcox e Guodong (1997), a composição das sementes dos cultivares comerciais dos Estados Unidos, com poucas exceções, tem permanecido inalterada, nos últimos 70 anos, em aproximadamente 400 g de proteína e 210 g de óleo por kg de grãos. Voldeng et al. (1997), no entanto, afirmaram que, de 1976 a 1992, o aumento do rendimento de grãos das cultivares daquele país foi de 0,7% ao ano, enquanto o nível de proteína foi reduzido em 4 g kg⁻¹ ano⁻¹, e o teor de óleo aumentou em 4 g kg⁻¹ ano⁻¹.

Conforme Brim (1973), grãos de soja apresentam relação 2:1 entre os teores de proteína e óleo, respectivamente, enquanto outras culturas como o amendoim e o girassol, têm este índice inverso. Hartwig e Hinson (1972) conseguiram aumentar, pelo melhoramento, em até 50%, a concentração de proteína, mas reduziram a concentração de óleo e a produtividade de grãos. A

indústria de moagem não tem demonstrado interesse nos teores de óleo ou proteína para comercialização, logo, a demanda de pesquisa nesta área se restringe aos interesses de alguns nichos de mercado como o de produção de soja para a alimentação humana.

Em um programa de melhoramento, a avaliação de genótipos visando à identificação e recomendação de cultivares ou linhagens superiores em diferentes ambientes é considerada por muitos autores uma das etapas mais importantes, trabalhosas e onerosas (Farias, et al., 1997; Atroch et al., 2000; Prado et al., 2001; Nunes et al., 2002; Rocha et al., 2005; Maia et al., 2006; Silva e Duarte, 2006), pois exige a condução de experimentos de maior precisão em grande amplitude de condições ambientais. Existem disponíveis na literatura vários métodos para estudo e quantificação da interação genótipos x ambientes, dentre eles: método tradicional de Plaisted e Peterson (1959); de Finlay e Wilkinson (1963); de Wricke (1965); de Eberhart e Russell (1966); de Perkins e Jinks (1968); de Freeman e Perkins (1971); de Taí (1971); de Verma et al. (1978); de Silva e Barreto (1986); de Lin e Binns (1988); de Cruz et al. (1989); de ANNICCHIARICO (1992); e o centróide de ROCHA et al. (2005). A diferença entre os métodos origina-se nos próprios conceitos de estabilidade e nos procedimentos biométricos empregados para medi-la.

Barros (2007), estudando adaptabilidade e estabilidade de soja por métodos paramétricos e não-paramétricos, concluiu que os métodos de Lin e Binns (1988), Annicchiarico (1992) e centróide de Rocha et al. (2005) foram coerentes entre si e permitiram identificar, entre os genótipos avaliados, aqueles de maior produtividade, estabilidade e adaptabilidade.

Objetivou-se neste trabalho avaliar a variação e as correlações fenotípicas, bem como a estabilidade e a adaptabilidade com relação aos teores de óleo e de proteína nos grãos e leituras SPAD e notas visuais de intensidade de coloração nas folhas de 15 genótipos de soja, avaliados em quatro épocas de plantio em Viçosa, MG.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no ano agrícola 2004/05, no Campo Experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), área conhecida como “Fundão”, no município de Viçosa-MG, situado a uma altitude de 650 metros e latitude de 20° 45’ 20”S. O solo utilizado foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo, fase terraço.

O preparo do solo foi feito de forma convencional (aração, gradagem e sulcamento) e a adubação de acordo com análise do solo, conforme a recomendação para a cultura da soja, 5ª Aproximação (CFSEMG, 1999). O plantio foi manual e logo após realizou-se a inoculação das sementes por meio da pulverização de inoculante no sulco de plantio antes de sua cobertura. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados utilizando-se o esquema fatorial 4 X 15 (épocas de plantio X genótipos), com três repetições. Cada unidade experimental foi constituída por uma fileira de cinco metros de comprimento. As fileiras foram espaçadas de 0,90 m entre si com densidade de 14 plantas por metro. A área útil foi de 3,6 m², tendo sido colhida a parte central das fileiras, desprezando-se 0,5 m de bordadura nas extremidades. Em volta de cada ensaio, foram plantadas quatro fileiras de soja constituindo outra bordadura. Após a emergência das plantas, realizou-se desbaste para se chegar à densidade populacional preestabelecida. O controle das plantas daninhas foi realizado por meio de capinas manuais e o controle de pragas e doenças por meio de pulverizações de inseticidas e fungicidas recomendados para a cultura.

No campo, foram realizadas as leituras SPAD, atribuída nota visual para a intensidade de coloração foliar das plantas e realizada colheita das sementes. Estas foram levadas para o Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, onde foram determinados os teores de óleo e proteína nos grãos, com base na matéria seca (MS%). Foram avaliados os seguintes genótipos de soja: Conquista, Elite, Garantia, PTN-Bio, M-Soy 8400, M-soy 8001, Nambu, Sambaíba, Splendor, UFVS 2006, UFVS 2005, UFVTN 102, UFV 18, UFV 16 e Vencedora, semeadas em 03/12/2004, 17/12/2004, 03/01/2005 e 17/01/2005, respectivamente..

A leitura SPAD foi feita por um clorofilômetro portátil (Minolta SPAD-502), utilizando a penúltima folha completamente desenvolvida de cinco plantas tomadas ao acaso nas parcelas, quando estas atingiram o estágio de desenvolvimento R₆. A nota visual para a intensidade de coloração das folhas foi atribuída por uma escala de notas variando de 1(verde claro) a 5 (verde escuro).

Para determinação do óleo (extrato etéreo), utilizou-se a extração em éter de petróleo, segundo o método de Goldfish (Silva e Queiroz, 2002). A proteína (bruta) foi determinada pelo método de Kjeldhal (Silva e Queiroz, 2002).

Foram realizadas análises de variância individuais, seguindo-se uma análise de variância conjunta em que os efeitos de genótipos e ambientes foram considerados fixos. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e em seguida as equações de regressão foram ajustadas para os teores de óleo e proteína.

A análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica dos genótipos foi feita pelo método de Annicchiarico (1992). Este método baseia-se no chamado índice de confiança genotípico, estimado por $W_{i(g)} = \hat{\mu}_{i(g)} - Z_{(1-\alpha)}\hat{\sigma}_{Z_{i(g)}}$, considerando todos os ambientes: sendo $\hat{\mu}_{i(g)}$, a média porcentual dos genótipos *i*; $\hat{\sigma}_{Z_{i(g)}}$, o desvio padrão dos valores de Z_{ij} , associado ao *i*-ésimo genótipo; e $Z_{(1-\alpha)}$, o percentil da função de distribuição normal padrão. O coeficiente de confiança adotado foi de 75%, ou seja, $\alpha = 0,25$.

Para realizar tais análises, utilizou-se o aplicativo computacional em genética e estatística - GENES (Cruz, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise conjunta, avaliou-se primeiramente a homogeneidade das variâncias residuais dos experimentos (QMR), verificada pela razão entre o maior e o menor quadrado médio residual dos ensaios, chegando-se aos seguintes valores para os caracteres estudados: Leitura SPAD= 3,09; Nota visual= 4,33; Teor de óleo= 3,94; e Teor de proteína= 2,78. Segundo Pimentel-

Gomes (1990), as variâncias são consideradas homogêneas quando a relação entre o maior e o menor QMR é menor que 7,0.

Os coeficientes de variação experimental dos caracteres estudados foram baixos, variando de 3,45 a 6,35% (Tabela 1), indicando boa precisão no controle das causas de variação de ordem sistemática dos ambientes experimentais.

Os efeitos da interação genótipos (G) x épocas (E) apresentaram significância a 1% de probabilidade pelo teste F para leitura SPAD, nota visual e teor de proteína, porém não foi significativa para teor de óleo (Tabela 1).

Tabela 1- Análise de variância conjunta do índice SPAD, nota visual, teor de óleo e de proteína (MS%) de 15 genótipos de soja avaliados em quatro épocas de plantio, na safra 2004/2005, em Viçosa, MG

FV	Quadrados Médios				
	GL	SPAD	NOTA	Óleo (MS)	Proteína (MS)
Bloco/Época	8	5,51	0,03494	1,02038	5,42142
Genótipos (G)	14	19,1114**	0,53903**	4,73375**	63,00203**
Época (E)	3	187,6584**	0,85591**	67,62845**	114,0926**
G x E	42	11,4577**	0,30682**	1,76967 ^{ns}	6,10811**
G/ E1	14	16,762**	0,76641**	3,3696**	11,72597**
G/ E2	14	9,03851**	0,24413**	3,20265**	17,25627**
G/ E3	14	23,02165**	0,33905**	1,72183 ^{ns}	18,09087**
G/ E4	14	4,66232 ^{ns}	0,1099**	1,74869 ^{ns}	34,25326**
Resíduo	112	3,66821	0,03602	1,21721	1,76471
Média		41,76	2,99	18,63	38,48
CV (%)		4,58	6,35	5,92	3,45

** , *: Significativo a 1 e 5% de probabilidade, pelo teste F. ^{ns}: Não significativo.

Na Tabela 2 observa-se que o valor médio da leitura SPAD variou de 39,96 (época 4) a 43,68 (época 1), com média geral entre os ambientes de 41,76. A maior média de leitura SPAD observada foi obtida pelo genótipo UFVS 2005 (47,37), e a maior média de leitura SPAD em todos os ambientes foi obtida pelo genótipo Conquista (43,59). A menor leitura SPAD isolada foi obtida pelo genótipo Elite (36,20), entretanto a menor média em todos os ambientes foi do UFVS 2006 (39,31).

Tabela 2 – Médias das leituras SPAD de genótipos de soja em quatro épocas de plantio, na safra 2004/2005, em Viçosa, MG*

Genótipos	Época1 (03/12/04)	Época 2 (17/12/04)	Época 3 (03/01/05)	Época 4 (17/01/05)	Média
Conquista	46,83	46,93	40,50	40,10	43,59
PTN-Bio	45,76	45,76	42,50	38,53	43,14
Nambu	43,83	42,63	44,70	41,20	43,09
UFVS 2005	47,37	43,03	40,83	40,50	42,93
UFVTN 102	44,97	45,86	40,03	40,10	42,74
Splendor	42,90	43,23	42,80	40,50	42,36
M-Soy 8001	43,03	42,10	42,46	40,36	41,99
UFV 16	41,63	44,00	43,26	38,83	41,93
UFV18	44,27	43,00	38,56	40,43	41,57
Elite	46,37	41,86	36,20	41,66	41,52
Sambaiba	44,10	41,87	38,16	40,43	41,14
M-Soy 8400	43,40	44,56	34,93	40,20	40,77
Garantia	41,33	41,30	37,53	41,23	40,35
Vencedora	39,73	42,97	38,90	38,20	39,95
UFVS 2006	39,67	41,30	39,13	37,13	39,31
Média	43,68	43,36	40,03	39,96	41,76

* DMS Tukey a 5% de probabilidade entre épocas de plantio dentro de genótipos = 4,08 e entre genótipos dentro de ambientes = 5,43.

Com base no índice de confiança ou de recomendação para leitura SPAD (Tabela 3), os genótipos Conquista e PTN-Bio foram classificados como os de melhor adaptação e estabilidade, considerando seu comportamento em todos os ambientes e nos ambientes favoráveis (épocas 1 e 2).

Tabela 3 – Médias das leituras SPAD, índice de confiança (W_i) geral e nos ambientes favoráveis e desfavoráveis de genótipos de soja, pelo método de Annicchiarico (1992), na safra 2004/2005, em Viçosa, MG ^{1/}

Genótipos	Geral		Favorável		Desfavorável	
	Média	W_i	Média	W_i	Média	W_i
Conquista	43,59	103,1	46,88	107,5	40,30	100,6
PTN-Bio	43,14	102,0	45,77	105,0	40,52	99,4
Nambu	43,09	101,7	43,23	98,9	42,95	105,7
UFVS 2005	42,93	101,7	45,20	102,1	40,67	101,5
UFVTN 102	42,74	101,5	45,42	103,8	40,07	100,1
Splendor	42,36	100,5	43,07	98,6	41,65	103,1
M-Soy 8001	41,99	99,6	42,57	97,5	41,42	102,6
UFV 16	41,93	98,9	42,82	97,2	41,05	100,5
UFV18	41,57	98,9	43,63	99,8	39,50	97,8
Elite	41,53	97,4	44,12	99,5	38,93	94,7
Sambaiba	41,14	97,7	42,98	97,9	39,30	97,1
M-Soy 8400	40,78	95,6	43,98	100,4	37,57	91,3
Garantia	40,35	95,5	41,32	94,8	39,38	96,6
Vencedora	39,95	94,7	41,35	93,4	38,55	96,1
UFVS 2006	39,36	93,5	40,58	92,5	38,13	94,4

^{1/} Alfa = 0,25; Z(1-alfa) = 0,2734.

Nos ambientes classificados como desfavoráveis (épocas 3 e 4), os genótipos mais estáveis foram: Nambu e Splendor.

A nota visual variou de 2,83 (época 3) a 3,13 (época 1), com média geral entre os ambientes de 2,99 (Tabela 4). A maior nota visual observada foi obtida pelo genótipo UFVS 2005 (3,90), e a maior leitura SPAD em todos os ambientes obtida pelo genótipo UFVTN 102 (3,29). A menor nota visual isolada foi obtida pelo genótipo UFVS 2006 (2,37), que também apresentou a menor média de notas em todos os ambientes (2,55).

Tabela 4 – Médias de nota visual da coloração de folhas de genótipos de soja em quatro épocas de plantio, na safra 2004/2005, em Viçosa, MG*

Genótipos	Época1 (03/12/04)	Época 2 (17/12/04)	Época 3 (03/01/05)	Época 4 (17/01/05)	Média
UFVTN 102	3,67	3,67	2,80	3,00	3,29
UFVS 2005	3,90	3,00	3,00	3,00	3,23
Nambu	3,00	3,00	3,80	2,90	3,18
PTN-Bio	3,50	3,50	3,00	2,57	3,14
Conquista	3,67	3,33	2,80	2,73	3,13
Elite	3,83	2,97	2,60	3,13	3,13
Sambaiba	3,43	2,93	2,83	3,10	3,07
M-Soy 8400	3,00	3,40	2,50	3,00	2,98
Splendor	3,00	2,93	3,00	2,93	2,97
UFV18	3,00	3,17	2,70	3,00	2,97
M-Soy 8001	2,83	3,00	2,97	3,00	2,95
UFV 16	2,80	3,00	3,00	2,77	2,89
Garantia	2,50	2,67	2,50	3,27	2,74
Vencedora	2,47	2,93	2,50	2,73	2,66
UFVS 2006	2,37	2,67	2,50	2,67	2,55
Média	3,13	3,08	2,83	2,92	2,99

* DMS Tukey a 5% de probabilidade entre épocas de plantio dentro de genótipos = 0,40 e entre genótipos dentro de ambientes= 0,54.

Com base no índice de confiança ou de recomendação para nota visual (Tabela 5), os genótipos UFVTN 102 e UFVS 2005 foram classificados como os de melhor adaptação e estabilidade, considerando seu comportamento em todos os ambientes. Nos ambientes favoráveis (épocas 1 e 2), os genótipos UFVTN102 e PTN-Bio apresentaram comportamento mais estável e nos ambientes classificados como desfavoráveis (épocas 3 e 4), os genótipos mais estáveis foram: Nambu e UFVS 2005.

Tabela 5 – Médias da nota visual, índice de confiança (*Wi*) geral e nos ambientes favoráveis e desfavoráveis de genótipos de soja, pelo método de Annicchiarico (1992), na safra 2004/2005, em Viçosa, MG ^{1/}

Genótipos	Geral		Favorável		Desfavorável	
	Média	<i>Wi</i>	Média	<i>Wi</i>	Média	<i>Wi</i>
UFVTN 102	3,28	106,7	3,67	117,7	2,90	100,0
UFVS 2005	3,23	104,4	3,45	105,8	3,00	103,7
Nambu	3,18	101,7	3,00	96,3	3,35	110,0
PTN-Bio	3,14	101,6	3,50	112,4	2,78	93,4
Conquista	3,13	101,6	3,50	111,0	2,77	95,2
Elite	3,13	100,7	3,40	104,4	2,87	96,5
Sambaiba	3,08	101,0	3,18	99,7	2,97	101,9
M-Soy 8400	2,98	96,7	3,20	100,3	2,75	92,7
Splendor	2,97	98,0	2,97	95,5	2,97	102,1
UFV18	2,97	98,0	3,08	98,0	2,85	97,6
M-Soy 8001	2,95	97,1	2,92	92,6	2,98	103,3
UFV 16	2,89	95,0	2,90	91,9	2,88	98,2
Garantia	2,73	87,8	2,58	81,9	2,88	95,5
Vencedora	2,66	86,9	2,70	83,8	2,62	89,9
UFVS 2006	2,55	83,6	2,52	79,0	2,58	89,2

^{1/} Alfa = 0,25; Z(1-alfa) = 0,2734.

O teor médio de óleo nos grãos variou de 16,91 MS% (época 4) a 19,52 MS% (época 1), com média geral entre os ambientes de 18,63 MS% (Tabela 6). O maior e o menor teor de óleo isolado foi obtido pelo genótipo UFV 16, 21,35 e 15,77 MS%, respectivamente. Na média de todos os ambientes, o maior teor de óleo foi obtido pelo genótipo Garantia, 19,49 MS%, e o menor pelo PTN-Bio, 17,12 MS%.

Tabela 6 – Médias de teor de óleo nos grãos (MS%) de genótipos de soja em quatro épocas de plantio, na safra 2004/2005, em Viçosa, MG*

Genótipos	Época1 (03/12/04)	Época 2 (17/12/04)	Época 3 (03/01/05)	Época 4 (17/01/05)	Média
Garantia	20,37	20,42	19,64	17,53	19,49
UFVS 2006	20,33	20,50	18,95	17,54	19,33
UFV18	20,06	20,79	19,32	16,47	19,16
Nambu	20,27	20,00	19,12	16,82	19,05
Sambaiba	19,60	19,43	19,40	17,78	19,05
UFV 16	21,35	20,68	18,27	15,77	19,02
UFVS 2005	20,34	18,33	19,02	17,79	18,87
M-Soy 8001	19,19	20,08	18,33	16,98	18,65
Vencedora	20,19	19,19	18,84	15,99	18,55
Elite	17,66	20,18	18,23	18,01	18,52
Splendor	19,19	19,44	17,98	17,37	18,50
M-Soy 8400	19,07	18,67	19,19	15,81	18,19
UFVTN 102	18,95	19,48	17,40	16,53	18,09
Conquista	18,83	17,58	17,72	17,16	17,82
PTN-Bio	17,43	17,72	17,21	16,11	17,12
Média	19,52	19,50	18,57	16,91	18,63

* DMS Tukey a 5% de probabilidade entre épocas de plantio dentro de genótipos = 2,35 e entre genótipos dentro de ambientes = 3,13.

Na Tabela 7, podem-se observar as equações de regressão geradas em função do teor médio de óleo nos grãos de cada genótipo nas quatro épocas de plantio. O gráfico da Figura 1 mostra o comportamento dos genótipos com equações de modelo linear, bem como a respectiva reta da regressão obtida após realizados os testes de identidade de modelo, em que se observa queda do teor de óleo ao longo das épocas de plantio. No gráfico da Figura 2, observa-se o comportamento dos demais genótipos cujos dados geraram equações de modelo quadrático bem como a respectiva curva da regressão obtida após realizados os testes de identidade de modelo, que indica queda do teor de óleo a partir da época 2.

Com base no índice de confiança ou de recomendação para teor de óleo nos grãos (Tabela 8), podem-se indicar os genótipos Garantia e UFVS 2006 como os mais estáveis e adaptados, considerando seu comportamento em todos os ambientes. Nos ambientes favoráveis (épocas 1 e 2), os genótipos UFV 16, Garantia e UFVS 2006 apresentaram comportamento mais estável. Nos ambientes classificados como desfavoráveis (épocas 3 e 4), os genótipos mais estáveis foram: Sambaíba e Garantia.

Tabela 7 – Número, nome, equações de regressão e R^2 do teor de óleo nos grãos de 15 genótipos de soja, em quatro épocas de plantio, na safra 2004/2005, em Viçosa, MG

Número	Nome	Equações de Regressão	R^2
1	Vencedora	$Y = 20,03 + 0,0065X - 0,0021X^2$	94,97
2	UFVS 2006	$Y = 20,42 + 0,0128X - 0,0018X^2$	96,91
3	Splendor	$Y = 19,53 - 0,0462X$	82,47
4	UFV 16	$Y = 21,43 - 0,0360X - 0,0020X^2$	99,27
5	Nambu	$Y = 20,23 + 0,0267X - 0,0023X^2$	99,54
6	M-Soy 8001	$Y = 19,34 + 0,0563X - 0,0025X^2$	91,19
7	Sambaíba	$Y = 19,52 + 0,0357X - 0,0016X^2$	93,21
8	Garantia	$Y = 20,34 + 0,0460X - 0,0024X^2$	99,78
9	UFV18	$Y = 20,10 + 0,0972X - 0,0040X^2$	99,70
10	PTN-Bio	$Y = 17,44 + 0,0397X - 0,0015X^2$	99,85
11	M-Soy 8400	$Y = 18,83 + 0,0878X - 0,0033X^2$	84,82
12	UFVS 2005	$Y = 19,91 - 0,0464X$	66,51
13	Conquista	$Y = 18,56 - 0,0325X$	77,83
14	UFVTN 102	$Y = 19,49 - 0,0621X$	77,97
15	Elite	ns	94,97

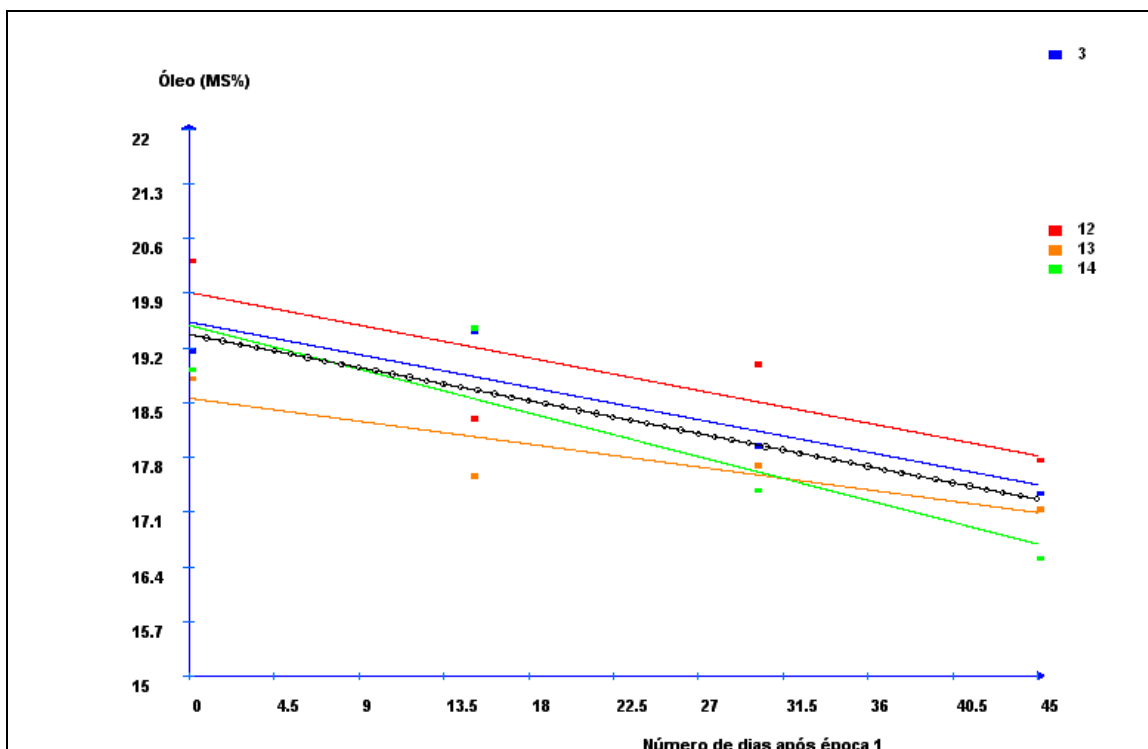


Figura 1- Relação entre o número de dias após a época 1 e o teor de óleo nos grãos (MS%), de genótipos de soja, na safra 2004/2005 em Viçosa, MG. Regressão obtida após teste de identidade de modelos lineares (—o—o—o—o): $Y = 19,37 - 0,047X$ ($R^2 = 99,88$).

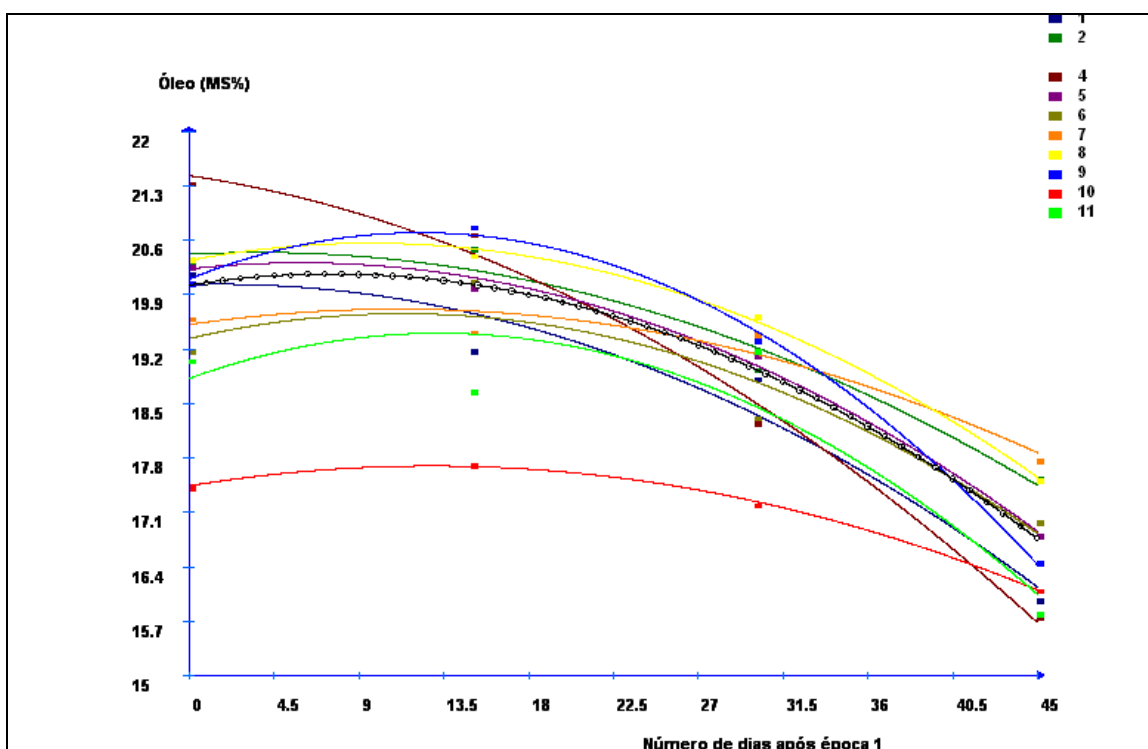


Figura 2- Relação entre o número de dias após a época 1 e o teor de óleo nos grãos (MS%), de genótipos de soja, na safra 2004/2005 em Viçosa, MG. Regressão obtida após teste de identidade de modelos quadráticos (—o—o—o—o): $Y = 20,03 + 0,037X - 0,0024 X^2$ ($R^2 = 99,89$).

Tabela 8 – Médias do teor de óleo (MS%) e índice de confiança (*Wi*), geral e nos ambientes favoráveis e desfavoráveis de genótipos de soja, pelo método de Annicchiarico (1992), na safra 2004/2005, em Viçosa, MG

Genótipos	Geral		Favorável		Desfavorável	
	Média	<i>Wi</i>	Média	<i>Wi</i>	Média	<i>Wi</i>
Garantia	19,49	104,4	20,39	104,4	18,58	104,29
UFVS 2006	19,33	103,4	20,41	104,4	18,25	102,53
UFV18	19,16	101,6	20,43	103,9	17,90	99,43
Sambaiba	19,06	101,7	19,52	99,9	18,59	104,66
Nambu	19,05	101,7	20,14	103,0	17,97	100,52
UFV 16	19,02	99,8	21,02	107,1	17,02	94,81
UFVS 2005	18,87	100,0	19,33	97,1	18,40	103,24
M-Soy 8001	18,65	99,5	19,63	99,7	17,66	99,23
Vencedora	18,55	98,4	19,69	100,0	17,41	96,64
Elite	18,52	97,7	18,92	94,5	18,12	100,71
Splendor	18,49	98,7	19,31	98,7	17,67	98,59
M-Soy 8400	18,18	96,4	18,87	96,3	17,50	96,49
UFVTN 102	18,09	96,4	19,22	97,9	16,97	94,94
Conquista	17,83	94,6	18,21	92,1	17,44	97,28
PTN-Bio	17,12	91,3	17,58	89,8	16,66	93,47

O teor médio de proteína nos grãos variou de 37,52 MS% (época 1) a 40,86 MS% (época 4), com média geral entre os ambientes de 38,48 MS% (Tabela 9). O maior teor de proteína observado foi obtido pelo PTN-Bio com 50,98 MS%, que apresentou a maior média em todos os ambientes de 45,40 MS%. O menor teor de proteína isolado foi obtido pelo genótipo UFV 18 com 34,50 MS%, e o menor teor de proteína em todos os ambientes foi obtido pelo genótipo UFVS 2005 com 36,26 MS%.

Tabela 9 – Médias de teor de proteína nos grãos (MS%) de 15 genótipos de soja em quatro épocas de plantio, na safra 2004/2005, em Viçosa, MG *

Genótipos	Época1 (03/12/04)	Época 2 (17/12/04)	Época 3 (03/01/05)	Época 4 (17/01/05)	Média
PTN-Bio	42,84	44,27	43,51	50,98	45,40
UFVTN 102	38,95	39,44	42,19	43,25	40,96
M-Soy 8400	38,92	39,18	36,20	43,11	39,35
Conquista	39,34	39,69	38,41	39,07	39,13
Garantia	38,32	38,28	36,50	41,74	38,71
Splendor	36,88	38,41	39,23	40,02	38,64
UFV 16	35,31	35,90	38,37	43,59	38,29
UFVS 2006	36,22	37,26	39,11	39,02	37,90
M-Soy 8001	38,32	36,21	37,09	39,29	37,73
Vencedora	35,21	37,87	37,30	39,95	37,58
Elite	36,76	36,71	37,35	38,30	37,28
Sambaiba	36,35	36,98	36,48	38,31	37,03
UFV18	36,86	34,50	35,04	39,81	36,55
Nambu	36,28	35,03	36,04	38,27	36,41
UFVS 2005	36,25	36,01	34,56	38,21	36,26
Média	37,52	37,72	37,83	40,86	38,48

* DMS Tukey a 5% de probabilidade entre épocas de plantio dentro de genótipos = 2,83 e entre genótipos dentro de ambientes = 3,76.

Na Tabela 10, podem-se observar as equações de regressão geradas em função do teor médio de proteína nos grãos de cada genótipo nas quatro épocas de plantio. O gráfico da Figura 3 mostra o comportamento dos genótipos cujos dados geraram equações de modelo linear, bem como a respectiva reta da regressão identidade de modelo que não engloba a representação do genótipo UFVTN 102 que apresentou comportamento diferenciado. O comportamento dos genótipos cujos dados geraram equações de modelo quadrático é mostrado na Figura 4. O genótipo PTN-Bio apresenta comportamento bastante distinto, não sendo representado pela curva da regressão obtida após teste de identidade de modelo. Nas duas figuras, pode-se verificar a tendência de aumento do teor de proteína ao longo das épocas de plantio.

Tabela 10 – Número, nome, equações de regressão e R^2 do teor de proteína nos grãos de 15 genótipos de soja em quatro épocas de plantio, na safra 2004/2005, em Viçosa, MG

Número	Nome	Equações de Regressão	R^2
1	Vencedora	$Y = 35,54 + 0,0909X$	81,63
2	UFVS 2006	$Y = 36,36 + 0,0683X$	88,21
3	Splendor	$Y = 36,91 + 0,1051X - 0,0008X^2$	99,58
4	UFV 16	$Y = 35,35 - 0,0495X + 0,0051X^2$	99,92
5	Nambu	$Y = 36,23 - 0,1273X + 0,0039X^2$	99,00
6	M-Soy 8001	$Y = 38,23 - 0,1901X + 0,0048X^2$	97,49
7	Sambaiba	$Y = 36,22 + 0,0360X$	60,13
8	Garantia	$Y = 38,75 - 0,2072X + 0,0059X^2$	73,44
9	UFV18	$Y = 36,92 - 0,2936X + 0,0079X^2$	99,48
10	PTN-Bio	$Y = 43,36 - 0,1444X + 0,0067X^2$	84,82
11	M-Soy 8400	$Y = 39,58 - 0,2685X + 0,0074X^2$	64,51
12	UFVS 2005	$Y = 36,57 - 0,1648X + 0,0043X^2$	70,43
13	Conquista	ns	
14	UFVTN 102	$Y = 38,61 + 0,1044X$	93,45
15	Elite	$Y = 36,74 - 0,0150X + 0,0011X^2$	99,52

Com base no índice de confiança ou de recomendação para teor de proteína nos grãos (Tabela 11), podem-se indicar os genótipos PTN-Bio e UFVTN 102 como os de melhor adaptação, considerando seu comportamento em todos os ambientes e nos desfavoráveis (épocas 1, 2 e 3). Só houve um ambiente favorável à produção de proteína (época 4), por isso não foi possível este desdobramento.

Tabela 11 – Médias do teor de proteína (MS%) e índice de confiança (W_i), geral e nos ambientes desfavoráveis de genótipos de soja, pelo método de Annicchiarico (1992) na safra 2004/2005, em Viçosa, MG ^{1/}

Genótipos	Geral		Favorável ^{2/}		Desfavorável	
	Média	W_i	Média	W_i	Média	W_i
PTN-Bio	45,40	116,5			43,54	115,1
UFVTN 102	40,96	105,5			40,19	105,5
M-Soy 8400	39,35	101,0			38,10	99,8
Conquista	39,13	100,6			39,15	103,3
Garantia	38,71	99,8			37,70	99,2
Splendor	38,63	99,7			38,17	100,5
UFV 16	38,29	97,8			36,53	95,8
UFVS 2006	37,90	97,6			37,53	98,6
M-Soy 8001	37,73	97,3			37,21	97,9
Vencedora	37,58	96,9			36,79	96,7
Elite	37,28	96,3			36,94	97,8
Sambaiba	37,03	95,8			36,60	96,9
UFV18	36,55	94,0			35,47	93,1
Nambu	36,41	94,2			35,79	94,4
UFVS 2005	36,26	93,6			35,61	93,7

^{1/}Alfa = 0,25; Z(1-alfa) = 0,2734.

^{2/} Não é possível fazer análise nos ambientes favoráveis uma vez que há apenas um ambiente classificado como favorável.

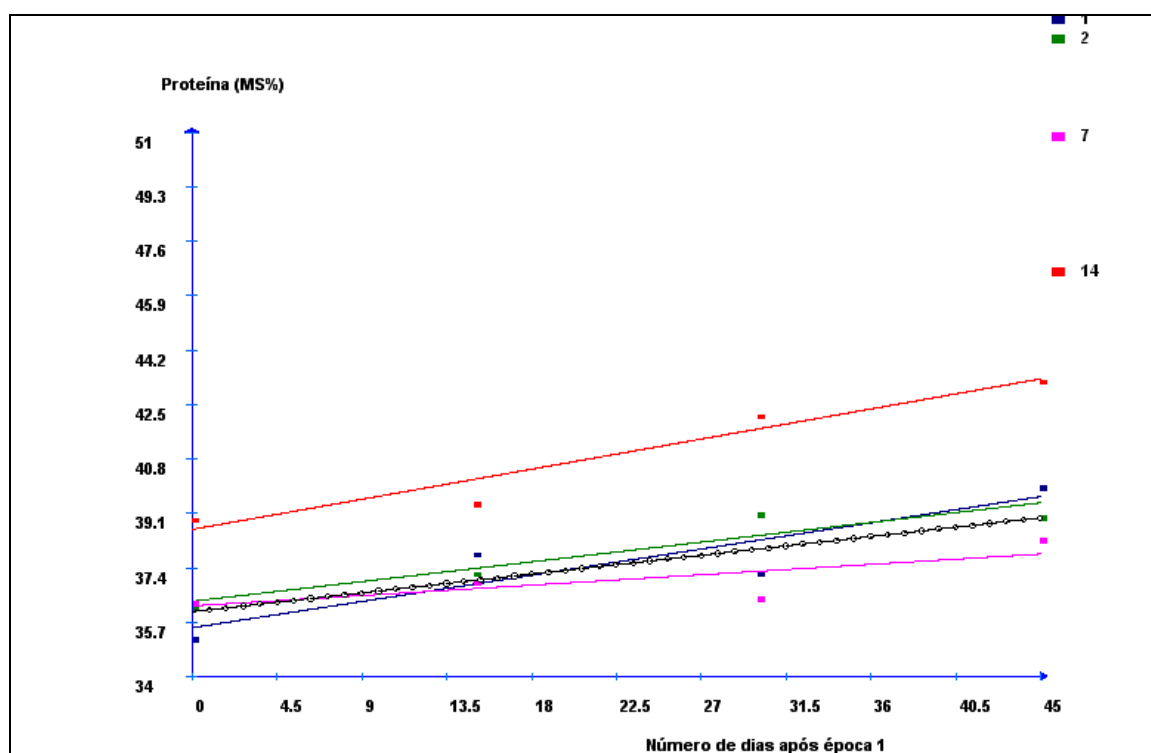


Figura 3- Relação entre o número de dias após a época 1 e o teor de proteína nos grãos (MS%), de genótipos de soja, na safra 2004/2005 em Viçosa, MG. Regressão obtida após teste de identidade de modelos lineares dos genótipos 1, 2 e 7 (—o—o—o—): $Y = 36,04 - 0,065X$ ($R^2 = 99,96$).

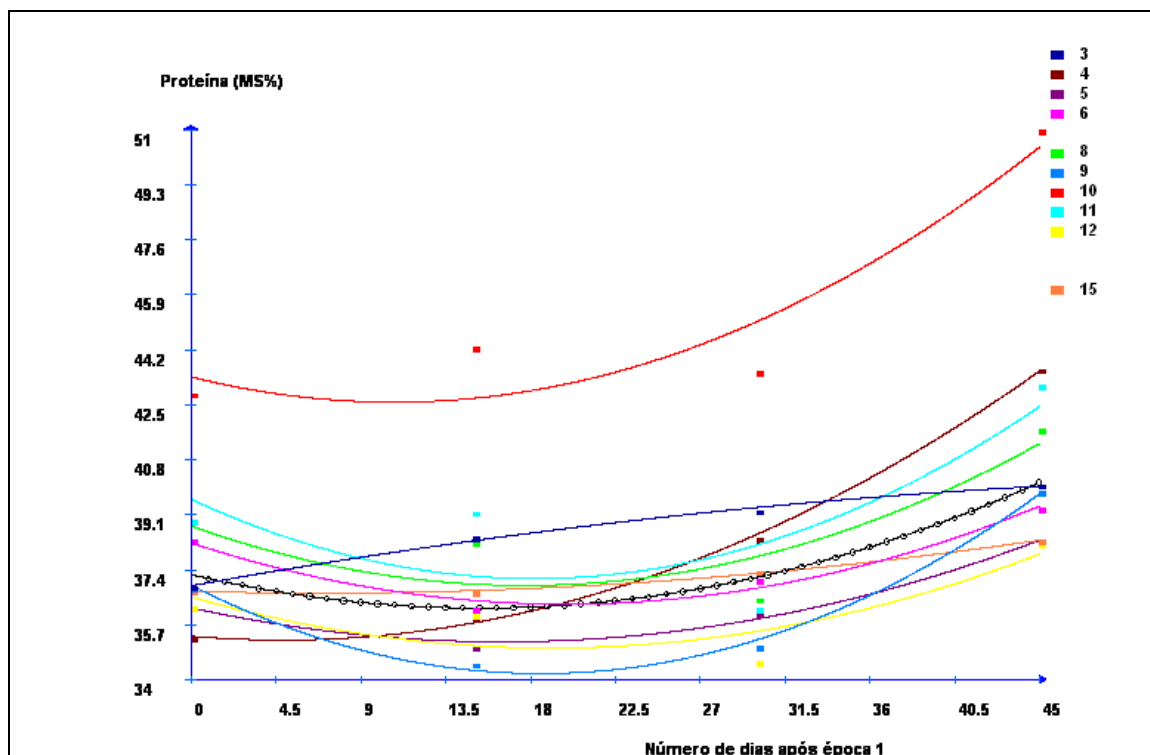


Figura 4- Relação entre o número de dias após a época 1 e o teor de proteína nos grãos (MS%), de genótipos de soja, na safra 2004/2005 em Viçosa, MG. Regressão obtida após teste de identidade de modelos quadráticos dos genótipos 3,4,5,6,8,9,11,12 e 15 (—o—o—o—o—): $Y = 37,26 - 0,135X + 0,0044 X^2$ ($R^2 = 99,83$).

A seleção dos cinco genótipos que apresentaram maior leitura SPAD coincidiu com a dos genótipos com maior nota visual, no entanto, com classificação diferente. Esta seleção coincidiu somente com três genótipos de alta proteína.

Na Tabela 12 pode-se observar que houve correlação fenotípica positiva entre os caracteres SPAD x nota visual (0,85); SPAD x Proteína (0,27); e nota visual x proteína (0,18). A correlação foi negativa entre: SPAD x teor de óleo (-0,53), nota visual x teor de óleo (-0,48); e teor de óleo x teor de proteína (-0,79).

Tabela 12- Matriz de correlação fenotípica dos caracteres SPAD, nota visual, teor de óleo e teor de proteína em 15 genótipos de soja, cultivados em quatro épocas de plantio na safra 2004/2005, em Viçosa, MG

	SPAD	Nota visual	Óleo	Proteína
SPAD	1	0,85	-0,53	0,27
Nota visual	0,85	1	-0,48	0,18
Óleo	-0,53	-0,48	1	-0,79
Proteína	0,27	0,18	-0,79	1

Os teores de proteína e de óleo obtido pelo genótipo PTN-Bio e sua classificação com base na adaptabilidade e estabilidade evidenciaram a correlação inversa entre estes caracteres, também encontrada por Kwon e Torrie (1964), Thorne e Fehr (1970), Hymowitz et al. (1972), Simpson Junior e Wilcox (1983), Burton (1984) e Wilcox e Shibles (2001).

CONCLUSÕES

Embora apresentem correlação fenotípica positiva, a leitura SPAD e as notas visuais não coincidiram totalmente com a seleção e a classificação de genótipos com alto teor de proteína.

O genótipo PTN-Bio apresenta alto teor de proteína e baixo teor de óleo, na proporção 2,5 : 1, diferenciando-se dos demais genótipos.

O retardamento do plantio provocou diminuição dos teores de óleo e aumento dos teores de proteína nos grãos de soja, de maneira diferenciada entre os genótipos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics and Breeding**, v. 46, n. 1, p. 269-278, 1992.

ATROCH, A.L.; SOARES, A.A.; RAMALHO, M.A.P. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de arroz de sequeiro testadas no Estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.3, p.541-548, 2000.

BARROS, H. B. **Adaptabilidade e estabilidade de soja por métodos paramétricos e não-paramétricos**. Viçosa, 2007. 82p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa.

BLACKMER, T.M., SCHEPERS, J.S. Techniques for monitoring crop nitrogen status in corn. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.25, n.9/10, p.1791-1800, 1995.

BRIM, C.A. Quantitative genetics and breeding. In: CALDWELL, B.E.; HOWELL, R.W.; JOHNSON, H.W., ed. **Soybeans: improvement, production and uses**. Madison: American Society of Agronomy, 1973. 172p.

BURTON, J.W. Breeding soybeans for improved protein quantity and quality. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 3., 1984, Ames. **Proceedings**. Boulder: Westview, 1984. p.361-367.

CFSEMG - Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a aproximação**. Viçosa 1999. 360p.

CRUZ, C.D. **Programa GENES - aplicativo computacional em genética e estatística**, Viçosa, MG: UFV, 2001, 542p,

EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, v.6, n.1, p.36-40, 1966.

FARIAS, F.J.C.; RAMALHO, M.A.P.R.; CARVALHO, L.P.; MOREIRA, J.A.N.; COSTA, J.N. Parâmetros de estabilidade propostos por Lin & Binns (1988) comparados com o método da regressão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, v.4, p.407-414, 1997.

FINLAY, K. W.; WILKINSON, G. N. The analysis of adaptation in plant-breeding programme. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v.14, n.5, p.742-754, 1963.

FREEMAN, G. H.; PERKINS, J. M. Environmental and genotype-environmental components of variability. VIII. Relations between genotypes grown in different environments and measures of these environments. **Heredity**, v. 27, p. 15-23, 1971.

HARTWIG, E.E.; HINSON, K. Association between chemical composition of seed and seed yield of soybeans. **Crop Science**, Madison, v.12, p.829-830, 1972.

HELMS, T.C.; ORF, J.H. Protein, oil and soybean lines selected for increased protein. **Crop Science**, v.38, n.3, p.707-711, 1998.

HYMOWITZ, T.; COLLINS, F.I.; PANCZNER, J.; WALKER, W.M. Relationship between the content of oil, protein and sugar in soybean seed. **Agronomy Journal**, Madison, v.64, p.613-616, 1972.

KWON, S.H.; TORRIE, J.H. Heritability and interrelationship among traits of two soybean populations. **Crop Science**, Madison, v.4, p.196- 198, 1964.

LIN, C.S.; BINNS, M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivars x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, v.68, n.1, p.193-198, 1988.

MAIA, M.C.C.; VELLO, N.A.; ROCHA, M.M.; PINHEIRO, J.B.; SIVLA JUNIOR, N.F. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens experimentais de soja selecionadas para caracteres agrônômicos através de método uni-multivariado. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.2, p.215-226, 2006.

NUNES, G.H.S.; REZENDE, G.D.S.P.M.; RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.S.; Implicações da interação genótipos x ambientes na seleção de clones de eucalipto. **Cerne**, Lavras, v.8, n.1, p 49-58, 2002.

PERKINS, J. M.; JINKS, J. L. Environmental and genotype-environmental components of variability. III. Multiple lines and crosses. **Heredity**, Oxford, v. 23, p. 339-356, 1968.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13.ed. Piracicaba – SP: Nobel. 1990, 468p.

PLAISTED, R. L.; PETERSON, L. C. A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations or seasons. **American Potato Journal**, Orono, v.36, p.381-385, 1959.

PRADO, E.E.P.; HIRIMOTO, D.M.; GODINHO, V.P.C.; UTUMI, M.M. RAMALHO, A.R. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em cinco épocas de plantio no cerrado de Rondônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.4, p.625-635, 2001.

ROCHA, R.B.; MURO-ABAD, J.I.; ARAUJO, E.F.; CRUZ, C.D. Avaliação do método centróide para estudo de adaptabilidade ao ambiente de clones de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, n.3, p.255-266, 2005.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: Editora UFV, 2002. 235p.

SILVA, J. G. C.; BARRETO, J. N. An application of segmented linear regression to the study of genotype x environment interaction. **Biometrics**, Washington, v. 41, n. 4, p. 1093, 1986.

SILVA, W.C.J.; DUARTE, J.B. Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. V.41, n.1, p.23-30, 2006.

SIMPSON JUNIOR, A.M.; WILCOX, J.R. Genetic and phenotypic associations of agronomic characteristics in four high protein soybean populations. **Crop Science**, Madison, v.23, p.1077-1081, 1983.

TAI, G. C. C. Genotype stability analysis and its a application to potato regional trials. **Crop Science**, Madison, v. 11, p. 184-190, 1971.

THORNE, J.C.; FEHR, W.R. Incorporation of highprotein, exotic germplasm into soybean populations by 2- and 3-way crosses. **Crop Science**, Madison, v.10, p.652-655, 1970.

VARVEL, G.E., SCHEPERS, J.S., FRANCIS, D.D. Ability for in-season correction of nitrogen deficiency in corn using chlorophyll meters. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.61, n.4, p.1233-1239, 1997.

VERMA, M. M.; CHAHAL, G. S.; MURTY, B. R. Limitations of conventional regression analysis: a proposed modification. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 53, p. 89-91, 1978.

VOLDENG, H.D.; COBER, 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**, Madison, 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**, Madison, v.37, p.361-364, 1997.

WILCOX, J.R.; SHIBLES, R.M. Interrelationships among seed quality attributes in soybean. **Crop Science**, v.41, p.11-14, 2001.

WRICKE, G. Zur Berechnung der Ökovalenz bei Sommerweizen und Hafer. **Zeitschrift für Pflanzenzüchtung**, Berlin, v. 52, p. 127-138, 1965.

ARTIGO 3

PRODUTIVIDADE DE GRÃOS E TEORES DE ÓLEO E PROTEÍNA DE GENÓTIPOS DE SOJA, EM DUAS ÉPOCAS DE PLANTIO E DOIS TIPOS DE SOLO, EM FRUTAL-MG

RESUMO: Objetivou-se neste trabalho avaliar a variação da produtividade e dos teores de óleo e proteína nos grãos, bem como a estabilidade e a adaptabilidade de 15 genótipos de soja, obtidos em duas épocas de plantio em dois tipos de solo, em Frutal, MG. Os ensaios foram conduzidos no ano de 2005/06, utilizando-se o delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial (época de plantio X tipo de solo X genótipo), com três repetições. Após a colheita, procedeu-se à determinação da produtividade, dos teores de óleo e proteína nos grãos. Os dados foram interpretados estatisticamente por meio de análise variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade. A adaptabilidade e a estabilidade foram avaliadas pelo método de Annicchiarico classificando os genótipos em relação aos caracteres da seguinte forma: Produtividade, M-Soy 8400 e Vencedora; Teor de óleo, M-Soy 8001 e Vencedora; Teor de proteína, PTN-Bio e Elite. A média obtida pelos genótipos dentro de ambientes estudados variou de 1.045 a 3.810 para produtividade; 13,01% a 20,12% para teor de óleo, e de 36,67% a 48,94% para teor de proteína. A produtividade, teores de óleo e proteína obtidos pelos genótipos M-Soy 8400, M-Soy 8001 e PTN-Bio e sua classificação com base na adaptabilidade e estabilidade evidenciaram associação inversa entre teor de proteína e teor de óleo ou produtividade. O teor de proteína e a produtividade foram mais influenciados pela interação genótipos x solos, enquanto o teor de óleo foi sujeito ao efeito mais intenso da interação genótipos x épocas de plantio.

Palavras-chave: Adaptabilidade, estabilidade, *Glycine max*, variabilidade fenotípica.

YIELD OF GRAINS AND OIL AND PROTEIN CONTENTS OF SOYBEAN GENOTYPES IN TWO PLANTING TIMES AND TWO SOIL TYPES IN FRUTAL-MG

ABSTRACT: It was aimed in this work to evaluate the variation in yield and oil and protein contents in grains, as well as the stability and adaptability of 15 soybean genotypes, obtained in two planting times in two soil types in Frutal, MG. Trials were carried out in 2005/06, by using random blocks experimental design in factorial scheme (planting season x type of soil x genotype), with three replications. After the harvest, it was proceeded the determination of yield and oil and protein contents in grains. The data were statistically interpreted through variance analysis and Tukey test at 5% of probability. The adaptability and stability were appraised for the Annicchiarico method classifying the genotypes in relation to the characters: Yield, M-Soy 8400 and Vencedora; Oil content, M-Soy 8001 and Vencedora; Protein content, PTN-Bio and Elite. The average obtained by genotypes inside atmospheres studied ranged from 1,045 to 3,810 to yield; 13.01% to 20.12% for oil content and of 36.67% to 48.94% for protein content. The yield, oil and protein contents, obtained by genotypes M-Soy 8400, M-Soy 8001 and PTN-Bio and the classification of these with base in the adaptability and stability, evidenced the inverse correlation among protein content X oil content and productivity. The protein content and yield were more influenced by the interaction genotype x soil type, and the oil content suffered more the effect of the interaction genotype x planting time.

Key-Words: Adaptability, stability, *Glycine max*, phenotypic variability.

INTRODUÇÃO

A soja, [*Glycine max* (L.) Merrill], constitui a mais importante cultura do País, tanto na área de cultivo, como no valor agregado de suas colheitas anuais, formando ainda o complexo “grão, farelo e óleo”, considerado o mais relevante do setor exportador brasileiro. É digno de nota também o impacto da

cadeia do agronegócio da soja sobre os setores de fertilizantes, defensivos, máquinas e implementos agrícolas.

A melhoria do potencial produtivo dos cultivares de soja é um dos principais objetivos dos programas de melhoramento genético conduzidos no país. Segundo Burton (1984), correlações negativas entre rendimento de grãos e teor de proteína, apesar de freqüentes, usualmente não são expressivas. Associação positiva entre o conteúdo de proteína e o rendimento de grãos também tem sido observada (Weiss et al., 1952; Kwon e Torrie, 1964; Simpson Junior e Wilcox, 1983). Relação negativa entre rendimento de grãos e teor de proteína foi encontrada por Wilcox e Guodong (1997) em populações de tipo de crescimento indeterminado, não tendo sido encontrada em populações de tipo determinado.

Os melhoristas de soja estão avaliando estratégias alternativas para aumentar a produtividade, os teores de proteína e de óleo. Helms e Orf (1998) avaliaram a eficiência da seleção para aumentar o teor de proteína em até 50%, utilizando parcelas não repetidas para determinar a resposta correlacionada para produtividade, valor bruto por hectare, teor de óleo e a resposta direta para teor de proteína. Os autores verificaram, na média, que a seleção para acréscimo de proteína resultou em decréscimo na produtividade.

O aumento nas quantidades de proteína ocorreu à custa do decréscimo do teor de óleo, carboidratos totais e sacarose, além de aumento da concentração de aminoácidos sulfurados em linhagens com diferentes teores de proteína (Wilcox e Shibles, 2001).

De acordo com Wilcox e Guodong (1997), a composição das sementes dos cultivares comerciais dos Estados Unidos, com poucas exceções, tem permanecido inalterada nos últimos 70 anos, com aproximadamente 400 g de proteína e 210 g de óleo por kg de grãos. Voldeng et al. (1997), no entanto, afirmaram que de 1976 a 1992, o aumento do rendimento de grãos das cultivares daquele país foi de 0,7% ao ano, enquanto o nível de proteína foi reduzido em 4 g kg⁻¹ano⁻¹ e o teor de óleo aumentou em 4 g kg⁻¹ano⁻¹.

Conforme Brim (1973), grãos de soja apresentam relação 2:1 entre os teores de proteína e de óleo, respectivamente, enquanto outras culturas como o amendoim e o girassol têm este índice inverso. Hartwig e Hinson (1972) conseguiram aumentar, pelo melhoramento, em até 50% a concentração de

proteína, mas reduziram a concentração de óleo e a produtividade de grãos. A indústria de moagem não tem demonstrado interesse nos teores de óleo ou proteína para comercialização, logo, a demanda de pesquisa nesta área se restringe aos interesses de alguns nichos de mercado, como o de produção de soja para a alimentação humana.

Bonato et al. (2000) avaliaram vários genótipos colocados no mercado, concluindo que a redução do teor de proteína que vem sendo observada se deve ao uso de determinados genitores selecionados nos programas de melhoramento, que mostram teor médio de proteína, não havendo nos genótipos e nos ambientes estudados associação significativa entre o rendimento de grãos e os teores de óleo e de proteína, no entanto, a associação entre o teor de proteína e o de óleo é significativamente negativa.

Em um programa de melhoramento, a avaliação de genótipos visando à identificação e recomendação de cultivares ou linhagens superiores em diferentes ambientes é considerada por muitos autores como uma das etapas mais importantes, trabalhosas e onerosas (Farias, et al., 1997; Atroch et al., 2000; Prado et al., 2001; Nunes et al., 2002; Rocha et al., 2005; Maia et al., 2006; Silva e Duarte, 2006), pois exige a condução de experimentos precisos e em grande amplitude de condições ambientais. Existem disponíveis na literatura vários métodos para estudo e quantificação da interação genótipos X ambientes, como o método tradicional de Plaisted e Peterson (1959); de Finlay e Wilkinson (1963); de Wricke (1965); de Eberhart e Russell (1966); de Perkins e Jinks (1968); de Freeman e Perkins (1971); de Taí (1971); de Verma et al. (1978); de Silva e Barreto (1986); de Lin e Binns (1988); de Cruz et al. (1989); de Annicchiarico (1992); e o centróide de Rocha et al., (2005). A diferença entre os métodos origina-se nos próprios conceitos de estabilidade e nos procedimentos biométricos empregados para medi-la.

Quando o comportamento de dois cultivares são concordantes em dois ambientes distintos, não há interação (retas paralelas). Quando os comportamentos são diferentes, porém, segue a mesma tendência (retas com inclinações diferentes sem se cruzarem), a interação é chamada de interação simples, não acarretando maiores problemas. Entretanto, quando os cultivares possuem comportamento inconsistente, a interação é denominada complexa (as retas se cruzam). Considerando um número maior de ambientes e de

cultivares, a presença de interação complexa quase sempre indica a existência de cultivares especificamente adaptados a ambientes particulares, bem como de outras com adaptação mais ampla, porém sem alto potencial produtivo. Segundo Ramalho et al. (1993) há três maneiras de atenuar os efeitos da interação genótipos x ambientes: 1) identificar cultivares específicos para cada ambiente, 2) zoneamento ecológico e 3) identificação de cultivares com maior estabilidade fenotípica.

Barros (2007), estudando adaptabilidade e estabilidade de soja por métodos paramétricos e não-paramétricos, concluiu que as metodologias de Lin e Binns (1988), Annicchiarico (1992) e centróide de Rocha et al. (2005) foram coerentes entre si e permitiram identificar, entre os genótipos avaliados, aqueles de maior produtividade, estabilidade e adaptabilidade.

Objetivou-se neste trabalho avaliar a importância e a magnitude da interação genótipos X ambientes, avaliar a variação e as correlações fenotípicas bem como a adaptabilidade e estabilidade da produtividade e dos teores de óleo e proteína nos grãos de 15 genótipos de soja, obtidos em duas épocas de plantio e dois tipos de solo em Frutal, MG.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no ano agrícola 2005/06 na Fazenda Itamaraty, no município de Frutal (Triângulo Mineiro), situada a uma altitude média de 550 metros e latitude de 20° 00' 45''S. O solo da fazenda é do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo, cujos dados da análise granulométrica e química são apresentados na Tabela 1, para os dois solos utilizados.

Tabela 1 - Análise granulométrica e química da camada arável (0-20 cm) do solo Argissolo Vermelho-Amarelo utilizado no experimento^{1/}

Análise granulométrica (dag kg ⁻¹)										
	Argila	Silte	Areia fina	Areia grossa	Classe Textural					
Solo 1	17	3	41	39	Franco-arenosa					
Solo 2	33	10	31	26						

Análise Química											
	pH	P ^{2/}	K ^{+ 2/}	H + Al ^{3/}	Al ^{3+ 4/}	Ca ^{2+ 4/}	Mg ^{2+ 4/}	P-rem	V	m	MO
	(H ₂ O)	(mg dm ⁻³)			(cmol _c dm ⁻³)			mg/L	(%)		(dag kg ⁻¹)
Solo 1	6,61	12,4	26	0,0	0,0	1,22	0,29	43,3	100	0	1,38
Solo 2	5,76	2,9	93	0,2	0,0	1,91	0,63	31,6	93,3	0	2,39

^{1/} Análise realizada no Laboratório de Solos da UFV; ^{2/} Extrator Mehlich – 1; ^{3/} Extrator Ca(OAC)₂ 0,5 mol L⁻¹, pH 7,0; ^{4/} Extrator KCl 1 mol L⁻¹.

O preparo do solo foi feito de forma convencional (aração e gradagem) e a adubação de acordo com análise do solo, conforme a recomendação para a cultura da soja, 5ª Aproximação (CFSEMG, 1999). O plantio foi manual e logo após, realizou-se a inoculação das sementes por meio da pulverização de inoculante no sulco de plantio antes da cobertura das sementes. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados utilizando-se o esquema fatorial 2 X 2 X 15 (épocas de plantio X solos X genótipos), com três repetições. Cada unidade experimental foi constituída por uma fileira de cinco metros de comprimento. As fileiras foram espaçadas 0,90 m entre si com densidade de 14 plantas por metro. A área útil foi de 3,6 m², tendo sido colhida a parte central das fileiras, desprezando-se 0,5 m de bordadura nas extremidades. Em volta de cada ensaio, foram plantadas quatro fileiras de soja constituindo outra bordadura. Após a emergência das plantas, realizou-se desbaste para se chegar à densidade populacional preestabelecida. O controle das plantas daninhas foi realizado por meio de capinas manuais e o controle de pragas e doenças por meio de pulverizações de inseticidas e fungicidas recomendados para a cultura.

Foram estudados os seguintes genótipos de soja: Conquista, Elite, Garantia, PTN-Bio, M-Soy 8400, M-Soy 8001, Nambu, Sambaíba, Splendor, UFVS 2006, UFVS 2005, UFVTN 102, UFV 18, UFV 16 e Vencedora. As semeaduras foram feitas em 15/11/2005 e 03/12/2005.

Após a colheita, procedeu-se à determinação da produtividade de grãos. Em seguida, as amostras foram enviadas para o Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, onde foram determinados os teores de óleo e proteína nos grãos, com base na matéria seca (MS%). Para determinação do óleo (extrato etéreo), utilizou-se a extração em éter de petróleo, segundo o método de Goldfish (Silva e Queiroz, 2002). A proteína (bruta) foi determinada pelo método de Kjeldhal (Silva e Queiroz, 2002).

Foram realizadas análises de variância individuais, seguindo-se uma análise de variância conjunta em que os efeitos de genótipos e ambientes foram considerados fixos. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica dos genótipos foi feita pelo método de Annicchiarico (1992). Este método baseia-se no chamado índice de confiança genotípico, estimado por $W_{i(g)} = \hat{\mu}_{i(g)} - Z_{(1-\alpha)}\hat{\sigma}_{Z_{i(g)}}$, considerando todos os ambientes: sendo $\hat{\mu}_{i(g)}$, a média porcentual dos genótipos i ; $\hat{\sigma}_{Z_{i(g)}}$, o desvio padrão dos valores de Z_{ij} , associado ao i -ésimo genótipo; e $Z_{(1-\alpha)}$, o percentil da função de distribuição normal padrão. O coeficiente de confiança adotado foi de 75%, ou seja, $\alpha = 0,25$.

Para realizar tais análises, utilizou-se o aplicativo computacional em genética e estatística - GENES (Cruz, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise conjunta, avaliou-se primeiramente a homogeneidade das variâncias residuais dos experimentos (QMR), verificada pela razão entre o maior e o menor quadrado médio residual dos ensaios, chegando-se aos seguintes valores para os caracteres estudados: Produtividade de grãos= 2,00; Teor de óleo= 2,21; e Teor de proteína= 2,01. Segundo Pimentel-Gomes

(1990), as variâncias são consideradas homogêneas quando a relação entre o maior e o menor QMR é menor que 7,0.

Os coeficientes de variação experimental dos caracteres estudados foram baixos, variando de 2,03 a 8,46% (Tabela 2), indicando boa precisão no controle das causas de variação de ordem sistemática dos ambientes experimentais.

Tabela 2- Análise de variância conjunta da produtividade (kg ha⁻¹), do teor de óleo e de proteína (MS%) de 15 genótipos de soja avaliados em duas épocas de plantio e dois tipos de solo, na safra 2005/2006, em Frutal, MG

FV	G.L.	Quadrado Médio		
		Produtividade (kg ha ⁻¹)	Óleo (MS%)	Proteína (MS%)
Blocos/S/E	8	84831,25	2,8772	1,3722
Genótipos (G)	14	2180426**	7,8207**	38,1558**
Épocas (E)	1	25447680**	27,6807*	185,2375**
Solos (S)	1	2527605**	311,1422*	167,1576**
GxE	14	356716,6**	7,1703*	2,4529**
GxS	14	417241,6**	2,4188 ⁺	3,8130**
ExS	1	15125 ^{ns}	28,0490*	4,7045 ⁺
GxExS	14	241022,3**	2,4371 ⁺	0,9795 ^{ns}
Resíduo	112	35850,89	1,4337	0,7262
Média		2238	16,01	41,97
C.V. (%)		8,46	7,48	2,03

** , * , ⁺: Significativo a 1, 5 e 10% de probabilidade, pelo teste F. ^{ns}: Não significativo.

Os efeitos da interação genótipo (G) x época (E) apresentaram significância a 1% de probabilidade pelo teste F, para produtividade de grãos e teor de proteína, e a 5% para teor de óleo. Os efeitos da interação genótipo (G) x solo (S) apresentaram significância a 1% de probabilidade pelo teste F para produtividade de grãos e teor de proteína e 10% para teor de óleo. Já os efeitos da interação genótipo (G) x época (E) x solo (S) apresentaram significância a 1% de probabilidade pelo teste F, somente para produtividade de grãos (Tabela 2).

Observa-se na Tabela 3 que a interação genótipo (G) x solo (S) foi mais influente para produtividade de grãos e teor de proteína, enquanto, o teor de óleo sofreu mais efeito da interação genótipo (G) x época (E).

Tabela 3 – Interação temporal (épocas) e regional (solos) da produtividade e dos teores de óleo e de proteína de 15 genótipos de soja, na safra 2005/2006, em Frutal, MG

Interação Temporal e Regional						
FV	Produtividade (kg ha ⁻¹)		Óleo (MS%)		Proteína (MS%)	
	S.Q.	R ² (%)	S.Q.	R ² (%)	S.Q.	R ² (%)
Genótipos (G)	14209728		168.3656		101.4359	
G X Época (É)	4994033	35.15	100.3847	59.62	34.3406	33.85
G X Solo	5841383	41.11	33.8628	20.11	53.3817	52.63
G X É X Solo	3374313	23.75	34.1181	20.26	13.7135	13.52

A produtividade média de grãos variou de 1735 kg ha⁻¹ (época 2, em solo arenoso) a 2724 kg ha⁻¹ (época 1, em solo argiloso), com média geral entre os ambientes de 2238 kg ha⁻¹. A maior produtividade observada foi obtida pelo genótipo M-Soy 8400 (3800 kg ha⁻¹), que obteve também a maior produtividade média em todos os ambientes. A menor produtividade isolada foi obtida pela PTN-Bio (1045 kg ha⁻¹), enquanto a menor média em todos os ambientes foi do genótipo UFV 18, com 1609 kg ha⁻¹ (Tabela 4).

O solo argiloso proporcionou maiores produtividades médias, mas menores teores médios de proteína. A segunda época proporcionou maiores teores de proteína em ambos os solos e maiores teores de óleo no solo arenoso.

No método proposto por Annicchiarico (1992), a adaptabilidade e estabilidade são medidas pela superioridade do genótipo em relação à média de cada ambiente. O método baseia-se na estimação de um índice de confiança de um determinado genótipo mostrar comportamento relativamente superior, com média alta e baixa variabilidade.

Tabela 4 – Médias da produtividade (kg ha⁻¹) de 15 genótipos de soja avaliados em duas épocas de plantio e dois tipos de solo (arenoso e argiloso), na safra 2005/2006, em Frutal, MG*

Genótipos	Época 1 Arenoso	Época 1 Argiloso	Época 2 Arenoso	Época 2 Argiloso	Média
M-Soy 8400	3810	3600	2665	2525	3150
Vencedora	2755	3655	2200	2440	2763
Conquista	2860	3500	1665	2575	2650
Sambaíba	2930	2900	2370	1820	2505
UFVS 2006	2365	2700	1830	3100	2499
M-Soy 8001	2585	3350	1515	2050	2375
Garantia	2535	2920	2020	1520	2249
UFVS 2005	2430	2460	1860	2210	2240
UFV 16	1975	2405	1845	2250	2119
Splendor	2400	2250	1500	2080	2058
PTN-Bio	2305	2400	1045	2200	1988
Nambu	2420	2300	1340	1210	1818
UFVTN 102	2125	2045	1585	1500	1814
Elite	2005	2350	1390	1220	1741
UFV18	2075	2020	1190	1150	1609
Média	2505	2724	1735	1990	2238

* DMS Tukey a 5% de probabilidade entre ambientes dentro de genótipos = 404 e entre genótipos dentro de ambientes = 536.

Tabela 5 - Médias de produtividade (kg ha⁻¹), índice de confiança (*Wi*) geral e nos ambientes favoráveis e desfavoráveis de genótipos de soja, pelo método de Annicchiarico (1992), na safra 2005/2006, em Frutal, MG^{1/}

Genótipos	Geral		Favorável		Desfavorável	
	Média	<i>Wi</i>	Média	<i>Wi</i>	Média	<i>Wi</i>
M-Soy 8400	3150	137,46	3705	138,28	2595	135,09
Vencedora	2763	120,63	3205	117,41	2320	123,90
Conquista	2650	112,73	3180	118,57	2120	106,23
Sambaíba	2505	107,69	2915	109,69	2095	105,31
UFVS 2006	2499	105,94	2533	95,86	2465	120,92
M-Soy 8001	2375	100,14	2968	109,27	1783	92,14
Garantia	2249	95,62	2728	103,04	1770	88,67
UFVS 2005	2240	98,81	2445	92,37	2035	108,40
UFV 16	2119	92,32	2190	81,74	2048	108,42
Splendor	2058	89,67	2325	86,66	1790	92,01
PTN-Bio	1988	82,05	2353	89,31	1623	75,67
Nambu	1818	75,69	2360	88,17	1275	65,85
UFVTN 102	1814	79,51	2085	78,07	1543	80,28
Elite	1741	73,98	2178	81,95	1305	67,08
UFV18	1609	67,98	2048	76,82	1170	61,10

^{1/} Alfa = 0,25; Z(1-alfa) = 0,2734.

Com base no índice de confiança ou de recomendação para produtividade de grãos (Tabela 5), podem-se indicar os genótipos M-Soy 8400

e Vencedora como os mais bem adaptados, considerando seus comportamentos em todos os ambientes e nos classificados como desfavoráveis (época 2, nos dois tipos solo). Nos ambientes favoráveis (época 1, nos dois tipos de solo), M-Soy 8400, Conquista e Vencedora apresentaram comportamento mais estável.

O teor médio de óleo nos grãos variou de 14,69 MS% (época 2, em solo argiloso) a 18,11 MS% (época 2, em solo arenoso), com média geral entre os ambientes de 16,01 MS%. O menor teor de óleo isolado foi obtido pelo genótipo UFVS 2006 13,01 MS%, e o maior pelo genótipo Garantia 20,12%. Na média de todos os ambientes, o maior teor de óleo foi obtido pelo genótipo M-Soy 8001, 16,90 MS% e o menor pelo PTN-Bio, 13,86 MS% (Tabela 6).

Com base no índice de confiança ou de recomendação para teor de óleo nos grãos (Tabela 7), podem-se indicar os genótipos M-Soy 8001 e Vencedora como os mais estáveis e adaptados, considerando seu comportamento em todos os ambientes. Nos ambientes favoráveis (épocas 1 e 2, em solo arenoso), os genótipos UFVS 2006 e M-Soy 8001 apresentaram comportamento mais estável. Nos ambientes classificados como desfavoráveis (épocas 1 e 2, em solo argiloso), os genótipos mais estáveis foram: Elite e Splendor.

O teor médio de proteína nos grãos variou de 40,15 MS% (época 1, em solo argiloso) a 44,11 MS% (época 2, em solo arenoso), com média geral entre os ambientes de 41,97 MS% (Tabela 8). O maior teor de proteína observado foi obtido pelo PTN-Bio com 48,94 MS%, que apresentou a maior média em todos os ambientes, de 46,96 MS%. O menor teor de proteína isolado foi obtido pelo genótipo M-Soy 8400 com 36,67 MS%, e o menor teor de proteína em todos os ambientes foi obtido pelo genótipo M-Soy 8001 com 39,23 MS%.

Tabela 6 – Médias do teor de óleo (MS%) de 15 genótipos de soja avaliados em duas épocas de plantio e dois tipos de solo (arenoso e argiloso), na safra 2005/2006, em Frutal, MG*

Genótipos	Época 1	Época 1	Época 2	Época 2	Média
	Arenoso	Argiloso	Arenoso	Argiloso	
M-Soy 8001	18,82	15,80	18,63	14,33	16,90
Vencedora	19,10	15,76	17,33	14,84	16,76
Sambaiba	16,16	14,19	19,67	16,91	16,73
Elite	17,28	15,60	18,00	15,36	16,56
Splendor	18,10	14,87	17,18	15,88	16,51
Garantia	15,21	13,73	20,12	16,90	16,49
UFVS 2005	15,74	16,40	19,18	14,36	16,42
UFVS 2006	18,00	14,43	19,10	13,01	16,14
UFV 16	18,17	15,02	17,39	13,91	16,12
Nambu	15,38	14,68	18,44	15,38	15,97
M-Soy 8400	15,24	14,37	18,94	14,90	15,86
UFVTN 102	16,34	14,87	17,14	13,11	15,37
UFV18	15,53	13,54	17,26	15,12	15,36
Conquista	15,42	13,57	18,13	13,32	15,11
PTN-Bio	13,57	13,65	15,17	13,05	13,86
Média	16,54	14,70	18,11	14,69	16,01

* DMS Tukey a 5% de probabilidade entre ambientes dentro de genótipos = 2,55 e entre genótipos dentro de ambientes = 3,39.

Tabela 7 – Médias do teor de óleo (MS%), índice de confiança (*Wi*) geral e nos ambientes favoráveis e desfavoráveis de genótipos de soja, pelo método de Annicchiarico (1992), na safra 2005/2006, em Frutal, MG^{1/}

Genótipos	Geral		Favorável		Desfavorável	
	Média	<i>Wi</i>	Média	<i>Wi</i>	Média	<i>Wi</i>
M-Soy 8001	16,90	103,54	18,72	106,21	15,07	100,61
Vencedora	16,76	102,52	18,22	101,76	15,30	102,91
Sambaiba	16,73	102,06	17,91	101,06	15,55	102,24
Elite	16,56	102,84	17,64	100,95	15,48	105,05
Splendor	16,51	101,54	17,64	99,33	15,37	103,28
Garantia	16,49	99,61	17,66	97,83	15,31	100,02
UFVS 2005	16,42	100,54	17,46	98,47	15,38	101,98
UFVS 2006	16,13	97,80	18,55	106,50	13,72	91,49
UFV 16	16,12	98,80	17,78	100,29	14,46	96,99
Nambu	15,97	98,47	16,91	95,69	15,03	101,33
M-Soy 8400	15,86	97,52	17,09	95,96	14,64	98,90
UFV18	15,36	94,76	16,39	94,31	14,33	95,44
UFVTN 102	15,36	94,52	16,74	95,90	13,99	92,88
Conquista	15,11	92,95	16,77	95,34	13,44	91,18
PTN-Bio	13,86	85,54	14,37	82,58	13,35	90,09

^{1/} Alfa = 0,25; Z(1-alfa) = 0,2734.

Com base no índice de confiança ou de recomendação para teor de proteína nos grãos (Tabela 9), podem-se indicar os genótipos PTN-Bio e Elite como os de melhor adaptação, considerando seu comportamento em todos os

ambientes e nos desfavoráveis (épocas 1, nos dois tipos de solo e época 2 em solo argiloso). Não foi possível fazer o desdobramento de ambientes favoráveis por só haver um (época 2, em solo arenoso).

Tabela 8 – Médias do teor de proteína (MS%) de 15 genótipos de soja avaliados em duas épocas de plantio e dois tipos de solo (arenoso e argiloso), na safra 2005/2006, em Frutal, MG*

Genótipos	Época 1	Época 1	Época 2	Época 2	Média
	Arenoso	Argiloso	Arenoso	Argiloso	
PTN-Bio	45,65	45,26	48,94	47,97	46,96
Elite	44,00	40,90	45,63	41,88	43,10
Garantia	41,71	41,02	44,49	44,44	42,92
UFVTN 102	42,51	42,52	43,39	42,91	42,83
Splendor	43,15	41,19	43,27	42,62	42,56
UFV18	42,30	39,98	45,48	41,70	42,37
Sambaiba	42,16	40,81	43,39	42,62	42,25
Conquista	40,94	39,73	45,04	40,91	41,66
Nambu	40,73	40,61	43,17	42,01	41,63
Vencedora	41,06	38,51	44,48	40,87	41,23
UFV 16	41,32	40,25	43,06	40,3	41,23
UFVS 2005	41,05	38,38	44,14	40,67	41,06
UFVS 2006	41,14	39,19	43,31	39,38	40,76
M-Soy 8400	39,63	36,67	42,39	40,21	39,73
M-Soy 8001	38,96	37,22	41,41	39,34	39,23
Média	41,75	40,15	44,11	41,86	41,97

* DMS Tukey a 5% de probabilidade entre ambientes dentro de genótipos = 1,82 e entre genótipos dentro de ambientes = 2,41.

Tabela 9 – Médias do teor de proteína (MS%), índice de confiança (W_i) geral e nos ambientes desfavoráveis de genótipos de soja, pelo método de Annicchiarico (1992), na safra 2005/2006, em Frutal, MG^{1/}

Genótipos	Geral		Favorável ^{2/}		Desfavorável	
	Média	W_i	Média	W_i	Média	W_i
PTN-Bio	46,96	111,29			46,30	111,50
Elite	43,10	102,07			42,26	101,70
Garantia	42,92	101,52			42,39	101,88
UFVTN 102	42,83	101,30			42,65	102,81
Splendor	42,56	100,83			42,32	102,38
UFV18	42,37	100,46			41,33	99,91
Sambaiba	42,24	100,27			41,86	101,36
Conquista	41,66	98,67			40,53	98,07
Nambu	41,63	98,74			41,12	99,17
UFV 16	41,24	97,82			40,63	97,95
Vencedora	41,23	97,63			40,15	96,96
UFVS 2005	41,06	97,27			40,03	96,65
UFVS 2006	40,75	96,54			39,90	96,09
M-Soy 8400	39,73	93,99			38,84	93,43
M-Soy 8001	39,23	93,31			38,51	93,16

^{1/} Alfa = 0,25; Z(1-alfa) = 0,2734.

^{2/} Não é possível fazer análise nos ambientes favoráveis uma vez que há apenas um ambiente classificado como favorável.

A correlação fenotípica entre produtividade e o teor de óleo foi positiva (0,23); entre produtividade e teor de proteína foi negativa (-0,51); e negativa também entre teor de óleo e de proteína (-0,64).

Os resultados contrastantes, entre a produtividade e os teores de proteína dos genótipos M-Soy 8400 e PTN-Bio, bem como a classificação destes com base na adaptabilidade e estabilidade evidenciaram existência de correlação inversa entre teor de proteína e produtividade.

O PTN-Bio foi desenvolvido visando à produção de altos teores de proteína, tendo-se destacado neste quesito, porém apresenta baixa produtividade, como se observa nos dados apresentados anteriormente, corroborando, portanto, resultados de Kwon e Torrie (1964), Byth et al. (1969a), (1969b), Thorne e Fehr (1970), Hartwig e Hinson (1972), Hymowitz et al. (1972), Shannon et al. (1972), Voldeng et al. (1997), Wilcox e Guodong (1997) e Helms e Orf (1998), cujos dados mostram que o rendimento de grãos, em geral, é inversamente correlacionado com o teor de proteína.

Os teores de proteína e de óleo obtidos pelos genótipos PTN-Bio e M-Soy 8001 e sua classificação com base na adaptabilidade e estabilidade, evidenciaram correlação inversa entre estes caracteres, também encontrada por Kwon e Torrie (1964), Thorne e Fehr (1970), Hymowitz et al. (1972), Simpson Junior e Wilcox (1983), Burton (1984), Bonato et al. (2000) e Wilcox e Shibles (2001).

CONCLUSÕES

O teor de proteína e a produtividade são mais influenciados pela interação genótipos x solos, enquanto o teor de óleo sofre mais efeito da interação genótipo x época de plantio;

O rendimento de grãos correlacionou-se negativamente com o teor de proteína, que por sua vez se correlacionou da mesma maneira com o teor de óleo;

O PTN-Bio destacou-se pelo alto teor de proteína em detrimento do teor de óleo e da produtividade;

O genótipo M-Soy 8001 destacou-se pelo alto teor de óleo em detrimento do baixo teor de proteína, e o M-Soy 8400 destacou-se pela alta produtividade de grãos em detrimento do teor de proteína e de óleo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics and Breeding**, v. 46, n. 1, p. 269-278, 1992.

ATROCH, A.L.; SOARES, A.A.; RAMALHO, M.A.P. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de arroz de sequeiro testadas no Estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.3, p.541-548, 2000.

BARROS, H. B. **Adaptabilidade e estabilidade de soja por métodos paramétricos e não-paramétricos**. Viçosa, 2007. 82p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa.

BONATO, E.R.; BERTAGNOLLI, P.F.; LANGE, C.; RUBIN, S.A.L. Teor de óleo e de proteína em genótipos de soja desenvolvidos após 1990. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.12, p. 2391-23198, 2000.

BRIM, C.A. Quantitative genetics and breeding. In: CALDWELL, B.E.; HOWELL, R.W.; JOHNSON, H.W., ed. **Soybeans: improvement, production and uses**. Madison: American Society of Agronomy, 1973. 172p.

BURTON, J.W. Breeding soybeans for improved protein quantity and quality. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 3., 1984, Ames. **Proceedings**. Boulder: Westview, 1984. p.361-367.

BYTH, D.E.; CALDWELL, B.E.; WEBER, C.R. Specific and nonspecific index selection in soybean *Glycine max* L. (Merrill). **Crop Science**, Madison, v.9, p.702-705, 1969a.

BYTH, D.E.; WEBER, C.R.; CALDWELL, B.E. Correlated truncation selection for yield in soybeans. **Crop Science**, Madison, v.9, p.699-702, 1969b.

CFSEMG - Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa 1999. 360p.

CRUZ, C.D. **Programa GENES - aplicativo computacional em genética e estatística**, Viçosa, MG: UFV, 2001, 542p,

EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, v.6, n.1, p.36-40, 1966.

FARIAS, F.J.C.; RAMALHO, M.A.P.R.; CARVALHO, L.P.; MOREIRA, J.A.N.; COSTA, J.N. Parâmetros de estabilidade propostos por Lin & Binns (1988) comparados com o método da regressão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, v.4, p.407-414, 1997.

FINLAY, K. W.; WILKINSON, G. N. The analysis of adaptation in plant-breeding programme. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v.14, n.5, p.742-754, 1963.

FREEMAN, G. H.; PERKINS, J. M. Environmental and genotype-environmental components of variability. VIII. Relations between genotypes grown in different environments and measures of these environments. **Heredity**, v. 27, p. 15-23, 1971.

HARTWIG, E.E.; HINSON, K. Association between chemical composition of seed and seed yield of soybeans. **Crop Science**, Madison, v.12, p.829-830, 1972.

HELMS, T.C.; ORF, J.H. Protein, oil and soybean lines selected for increased protein. **Crop Science**, v.38, n.3, p.707-711, 1998.

HYMOWITZ, T.; COLLINS, F.I.; PANCZNER, J.; WALKER, W.M. Relationship between the content of oil, protein, and sugar in soybean seed. **Agronomy Journal**, Madison, v.64, p.613-616, 1972.

KWON, S.H.; TORRIE, J.H. Heritability and interrelationship among traits of two soybean populations. **Crop Science**, Madison, v.4, p.196- 198, 1964.

LIN, C.S.; BINNS, M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivars x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, v.68, n.1, p.193-198, 1988.

MAIA, M.C.C.; VELLO, N.A.; ROCHA, M.M.; PINHEIRO, J.B.; SIVLA JUNIOR, N.F. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens experimentais de soja selecionadas para caracteres agronômicos através de método uni-multivariado. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.2, p.215-226, 2006.

NUNES, G.H.S.; REZENDE, G.D.S.P.M.; RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.S.; Implicações da interação genótipos x ambientes na seleção de clones de eucalipto. **Cerne**, Lavras, v.8, n.1, p 49-58, 2002.

PERKINS, J. M.; JINKS, J. L. Environmental and genotype-environmental components of variability. III. Multiple lines and crosses. **Heredity**, Oxford, v. 23, p. 339-356, 1968.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13.ed. Piracicaba – SP: Nobel. 1990, 468p.

PLAISTED, R. L.; PETERSON, L. C. A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations or seasons. **American Potato Journal**, Orono, v.36, p.381-385, 1959.

PRADO, E.E.P.; HIRIMOTO, D.M.; GODINHO, V.P.C.; UTUMI, M.M. RAMALHO, A.R. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em cinco épocas de plantio no cerrado de Rondônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.4, p.625-635, 2001.

RAMALHO, M.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M.J. Interação dos genótipos por ambientes. In: **Genética quantitativa em plantas autógamas**: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: Ed. da UFG, 1993. p.137-170.

ROCHA, R.B.; MURO-ABAD, J.I.; ARAUJO, E.F.; CRUZ, C.D. Avaliação do método centróide para estudo de adaptabilidade ao ambiente de clones de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, n.3, p.255-266, 2005.

SHANNON, J.G.; WILCOX, J.R.; PROBST, A.M. Estimated gains from selection for protein and yield in the F4 generation of six soybean populations. **Crop Science**, Madison, v.12, p.824-826, 1972.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: Editora UFV, 2002. 235p.

SILVA, J. G. C.; BARRETO, J. N. An application of segmented linear regression to the study of genotype x environment interaction. **Biometrics**, Washington, v. 41, n. 4, p. 1093, 1986.

SILVA, W.C.J.; DUARTE, J.B. Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. V.41, n.1, p.23-30, 2006.

SIMPSON JUNIOR, A.M.; WILCOX, J.R. Genetic and phenotypic associations of agronomic characteristics in four high protein soybean populations. **Crop Science**, Madison, v.23, p.1077-1081, 1983.

TAI, G. C. C. Genotype stability analysis and its application to potato regional trials. **Crop Science**, Madison, v. 11, p. 184-190, 1971.

VERMA, M. M.; CHAHAL, G. S.; MURTY, B. R. Limitations of conventional regression analysis: a proposed modification. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 53, p. 89-91, 1978.

THORNE, J.C.; FEHR, W.R. Incorporation of highprotein, exotic germplasm into soybean populations by 2- and 3-way crosses. **Crop Science**, Madison, v.10, p.652-655, 1970.

VOLDENG, H.D.; COBER, 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**, Madison, v.37, p.428-431, 1997.

WEISS, M.G.; WEBER, C.R.; WILLIAMS, L.T.T.; PROBST, A.H. Correlations of agronomic characters and temperature with seed compositional characters in soybean, as influenced by variety and time of planting. **Agronomy Journal**, Madison, v.44, p.289-297, 1952.

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

WILCOX, J.R.; SHIBLES, R.M. Interrelationships among seed quality attributes in soybean. **Crop Science**, v.41, p.11-14, 2001.

WRICKE, G. Zur Berechnung der Ökovalenz bei Sommerweizen und Hafer. *Zeitschrift für Pflanzenzüchtung*, Berlin, v. 52, p. 127-138, 1965.

ARTIGO 4

PRODUTIVIDADE DE GRÃOS E TEORES DE ÓLEO E PROTEÍNA DE GENÓTIPOS DE SOJA EM DIFERENTES ÉPOCAS DE PLANTIO NA REGIÃO CENTRO-NORTE PAULISTA

RESUMO: Objetivou-se neste trabalho avaliar a variabilidade da produtividade e dos teores de óleo e proteína nos grãos, a estabilidade e a adaptabilidade de 17 genótipos de soja, cultivados em cinco épocas de plantio, no município de Pindorama, SP. Os ensaios foram conduzidos no ano agrícola 2006/07 utilizando-se o delineamento experimental de blocos casualizados, no esquema fatorial 5 X 17 (épocas de plantio X genótipos), com três repetições. Após a colheita, procedeu-se à determinação da produtividade de grãos e dos teores de óleo e proteína. Os dados foram interpretados estatisticamente por meio de análise variância, teste de Tukey a 5% de probabilidade e calculadas as equações de regressão. A adaptabilidade e a estabilidade foram avaliadas pelo método de Annicchiarico. A produtividade de grãos variou de 3419 kg.ha⁻¹ (época 3) a 1945 kg.ha⁻¹ (época 5), com média geral entre as épocas de 2813 kg.ha⁻¹. O teor de óleo variou de 19,74% (época 1) a 17,06% (época 5), com média geral entre as épocas de 18,23%. O teor de proteína variou de 43,28% (época 5) a 41,12% (época 3), com média geral entre as épocas de 42,40%. O genótipo Elite foi classificado como o mais produtivo, adaptado e estável. Para teor de óleo o melhor classificado foi o genótipo M-Soy 8001 e para teor de proteína o genótipo PTN-Bio seguido pelo CD 223 AP. As variações dos teores de óleo foram menores que as de proteína e de produtividade de grãos, tanto entre os genótipos quanto entre as épocas de plantio.

Palavras-chave: Adaptabilidade, estabilidade, *Glycine max*, variabilidade fenotípica.

YIELD AND OIL AND PROTEIN CONTENTS OF SOY GENOTYPES AT DIFFERENT PLANTING TIMES IN SÃO PAULO REGION CENTER-NORTH

ABSTRACT: It was aimed in this work to evaluate the variability of the yield and oil and protein contents, the stability and adaptability of the 17 soy genotypes, at five planting times in Pindorama, SP. The trials were carried out in 2006/07 using the random block experimental design, in the 5 x 17 factorial scheme (planting seasons x genotypes), with three replications. After the harvest, it was proceeded to grain productivity determination and oil and protein contents were determinates. The data were statically interpreted by using the variance test, Tukey test at 5% of probability the regression equations were calculated. The adaptability and stability were evaluated by using the Annicchiarico method. The yield varied of 3,419 kg.ha⁻¹ (time 3) the 1,945 kg.ha⁻¹ (time 5), with general average enters the 2813 times of kg.ha⁻¹. The oil text varied of 19.74% (time 1) 17.06% (time 5), with general average in the times of planting of the 18.23%. The protein content varied of 43.28% (time 5) the 41.12% (time 3), with general average enters the times of planting of the 42.40%. The Elite genotype was classified as most productive, adapted and steady. For oil content the M-Soy 8001 genotype was the best classified and for protein content the genotype most classified were Line "Bioagro" followed by CD 223 AP. The variations of oil contents were lower than those of protein content and yield, as well as for the genotype regarded to the times of planting.

Key-words: Adaptability, stability, *Glycine max*, phenotypic variation.

INTRODUÇÃO

A melhoria do potencial produtivo das cultivares de soja é um dos principais objetivos dos programas de melhoramento genético conduzidos no país. Segundo Burton (1984), correlações negativas entre rendimento de grãos e teor de proteína, apesar de freqüentes, usualmente não são expressivas. Associação positiva entre o conteúdo de proteína e o rendimento de grãos também tem sido observada (Weiss et al., 1952; Kwon e Torrie, 1964; Simpson

Junior e Wilcox, 1983). Relação negativa entre rendimento de grãos e teor de proteína foi encontrada por Wilcox e Guodong (1997) em populações de tipo de crescimento indeterminado, não tendo sido encontrada em populações de tipo determinado.

Os melhoristas de soja precisam avaliar estratégias alternativas para aumentar a produtividade, os teores de proteína e de óleo. Helms e Orf (1998) avaliaram a seleção para aumentar o teor de proteína em 50% utilizando parcelas não repetidas para determinar a resposta correlacionada para produtividade, valor bruto por hectare, teor de óleo e a resposta direta para teor de proteína. Os autores verificaram, na média, que a seleção para acréscimo de proteína resultou em um decréscimo na produtividade.

O aumento nas quantidades de proteína ocorreu à custa do decréscimo do teor de óleo, carboidratos totais e sacarose, além de aumento no número de aminoácidos sulfurados em linhagens com diferentes teores de proteína (Wilcox e Shibles, 2001).

De acordo com Wilcox e Guodong (1997), a composição das sementes das cultivares comerciais dos Estados Unidos, com poucas exceções, tem permanecido inalterada nos últimos 70 anos, com aproximadamente 400 g de proteína e 210 g de óleo por kg de grãos. Voldeng et al. (1997), no entanto, afirmaram que de 1976 a 1992, o aumento do rendimento de grãos das cultivares daquele país foi de 0,7% ao ano, enquanto o nível de proteína foi reduzido em $4 \text{ g kg}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e o teor de óleo aumentou em $4 \text{ g kg}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

Conforme Brim (1973), grãos de soja apresentam relação 2:1 entre os teores de proteína e de óleo, respectivamente, enquanto outras culturas têm este índice inverso. Hartwig, citado por BRIM (1973), conseguiu aumentar, por melhoramento, em até 50%, a concentração de proteína, mas diminuiu a concentração de óleo e a produtividade de grãos. A indústria de moagem não tem demonstrado interesse nos teores de óleo ou proteína para comercialização, logo a demanda de pesquisa nesta área se restringe aos interesses de alguns nichos de mercado como o de produção de soja para a alimentação humana.

Para a produtividade de grãos, o fenótipo de soja a ser selecionado depende do genótipo, do ambiente e da interação genótipos X ambientes. Essa interação ocorre devido à inconsistência do desempenho dos genótipos nos

vários ambientes, refletindo-se nas diferentes respostas dos genótipos às mudanças ambientais. Considerando as inúmeras variações ambientais em que a soja é comumente submetida no Brasil, espera-se que a interação genótipos X ambientes assuma papel fundamental na manifestação fenotípica, devendo, portanto, ser estimulada e considerada no programa de melhoramento genético e na indicação de cultivares (Prado et al., 2001).

Em um programa de melhoramento, a avaliação de genótipos visando à identificação e recomendação de cultivares ou linhagens superiores em diferentes ambientes é considerada por muitos autores como uma das etapas mais importantes, trabalhosas e onerosas (Farias, et al., 1997; Atroch et al., 2000; Prado et al., 2001; Nunes et al., 2002; Rocha et al., 2005; Maia et al., 2006; Silva e Duarte, 2006), pois exige a condução de experimentos precisos e em uma grande amplitude de condições ambientais. Existem disponíveis na literatura vários métodos para estudo e quantificação da interação genótipos X ambientes. O método tradicional de Plaisted e Peterson (1959); Finlay e Wilkinson (1963); Wricke (1965); Eberhart e Russell (1966); Perkins e Jinks (1968); Freeman e Perkins (1971); TAÍ (1971); Verma et al. (1978); Silva e Barreto (1986); Lin e Binns (1988); Cruz et al. (1989); Annicchiarico (1992); e centróide (Rocha et al., 2005). A diferença entre os métodos origina-se nos próprios conceitos de estabilidade e nos procedimentos biométricos empregados para medi-la.

Barros (2007), estudando adaptabilidade e estabilidade de soja por métodos paramétricos e não-paramétricos, concluiu que as metodologias de Lin e Binns (1988), Annicchiarico (1992) e centróide, de Rocha et al. (2005), foram coerentes entre si e permitiram identificar, entre os genótipos avaliados, aqueles de maior produtividade, estabilidade e adaptabilidade.

Objetivou-se neste trabalho avaliar a variabilidade fenotípica, a estabilidade e a adaptabilidade da produtividade, dos teores de óleo e proteína nos grãos de 17 genótipos de soja, cultivados em cinco épocas de plantio na Região Centro Norte do Estado de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos no ano agrícola 2006/07 no Pólo Apta Centro Norte, localizado no município de Pindorama-SP, a 21° 13' de latitude sul e 48° 55' de longitude oeste, que apresenta temperatura média anual de 22,8 °C, precipitação média anual de 1.390,3 mm e umidade relativa média anual de 71,6%. Conforme a classificação de Köppen, o clima enquadra-se no tipo Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. O solo da Fazenda Experimental é classificado como Argissolo eutrófico moderado, textura arenosa/média – Unidade Pindorama. O relevo da região é ondulado, as altitudes variando de 498 a 594m.

O preparo do solo foi feito de forma convencional (aração e gradagem) e a adubação de acordo com análise do solo, conforme a recomendação para a cultura da soja, que determinou o uso de 250 Kg ha⁻¹ da formulação 04-20-20 (N-P-K). O plantio foi manual e logo após realizou-se a inoculação das sementes pela pulverização de inoculante no sulco de plantio antes da cobertura das sementes. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, no esquema fatorial 5 X 17 (épocas de plantio X genótipos), com três repetições. Cada unidade experimental foi constituída por uma fileira de cinco metros de comprimento. As fileiras foram espaçadas 0,90 m entre si com densidade de 14 plantas por metro. A área útil foi de 3,6 m², tendo sido colhida a parte central das fileiras, desprezando-se 0,5 m de bordadura nas extremidades. Em volta de cada ensaio foram plantadas quatro fileiras de soja constituindo outra bordadura. Após a emergência das plantas, realizou-se desbaste para se chegar à densidade populacional pré-estabelecida. O controle das plantas daninhas foi realizado por meio de capinas manuais e o controle de pragas e doenças por meio de pulverizações de inseticidas e fungicidas recomendados para a cultura.

Foram estudados os seguintes genótipos de soja: Conquista, CD 223 AP, Elite, Garantia, PTN-Bio, M-Soy 8400, M-soy 8001, Nambu, Sambaíba, Splendor, UFVS 2006, UFVS 2005, UFVTN 102, UVF 18, UFV 16, Valiosa RR e Vencedora, semeadas em 03/11/2006, 20/11/2006, 07/12/2006, 23/12/2006 e 09/01/2007.

Após a colheita, procedeu-se à determinação da produtividade de grãos. Em seguida, as amostras foram enviadas para o Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, onde foram determinados os teores de óleo e proteína nos grãos, com base na matéria seca (MS%). Para determinação do óleo (extrato etéreo), utilizou-se a extração em éter de petróleo, segundo o método de Goldfish (Silva e Queiroz, 2002). A proteína (bruta) foi determinada pelo método de Kjeldhal (Silva e Queiroz, 2002).

Foram realizadas análises de variância individuais, seguindo-se uma análise de variância conjunta. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e em seguida as equações de regressão foram ajustadas para cada caráter estudado.

A análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica dos genótipos foi feita pelo método de Annicchiarico (1992). Este método baseia-se no chamado índice de confiança genotípico, estimado por: $W_{i(g)} = \hat{\mu}_{i(g)} - Z_{(1-\alpha)}\hat{\sigma}_{Z_{i(g)}}$, considerando-se todos os ambientes, sendo $\hat{\mu}_{i(g)}$ a média porcentual dos genótipos i ; $\hat{\sigma}_{Z_{i(g)}}$ o desvio-padrão dos valores de Z_{ij} , associado ao i -ésimo genótipo; e $Z_{(1-\alpha)}$ o percentil da função de distribuição normal padrão. O coeficiente de confiança adotado foi de 75%, ou seja, $\alpha = 0,25$.

Para realizar tais análises, utilizou-se o aplicativo computacional em genética e estatística - GENES (CRUZ, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise conjunta, avaliou-se primeiramente a homogeneidade das variâncias residuais dos experimentos (QMR), verificada pela razão entre o maior e o menor quadrado médio residual dos ensaios, chegando-se aos seguintes valores para os caracteres estudados: Produtividade= 2,57; Teor de óleo= 2,69; e Teor de proteína= 2,28. Segundo Pimentel-Gomes (1990), as variâncias são consideradas homogêneas quando a relação entre o maior e o menor QMR é menor que 7,0.

Tabela 1- Análise de variância conjunta da produtividade de grãos (kg ha^{-1}), teor de óleo e de proteína (MS%) de 17 genótipos de soja avaliados em cinco épocas de plantio, na safra 2006/2007, em Pindorama, SP

Quadrados Médios				
FV	GL	Produtividade	Óleo	Proteína
Bloco/Época	10	57232,5451	7,83206	10,7962
Genótipos (G)	16	3361498,83**	6,0918**	59,4551**
Época (E)	4	18619589,01**	54,8227**	47,9023 *
G x E	64	434490,15**	2,2241 ^{ns}	2,6977**
G/ E1	16	1196643**	3,2763 *	15,0948**
G/ E2	16	1299105**	4,6499**	21,4170**
G/ E3	16	1752840**	2,8506 ^{ns}	12,3375**
G/ E4	16	642249**	1,37253 ^{ns}	9,7612**
G/ E5	16	208608,75**	2,83899 ^{ns}	11,6354**
Resíduo	160	33667,9409	1,8254	1,4069
Média		2812,7	18,24	42,40
CV (%)		6,52	7,41	2,80

** , * : Significativo a 1 e 5% de probabilidade, pelo teste F. ^{ns}: Não significativo.

Os coeficientes de variação experimental dos caracteres estudados foram baixos, variando de 2,80 a 7,41% (Tabela 1), indicando boa precisão no controle das causas de variação de ordem sistemática dos ambientes experimentais.

Os efeitos da interação Genótipos (G) x Épocas (E) apresentaram significância a 1% de probabilidade pelo teste F, para produtividade e teor de proteína, porém não foi significativa para teor de óleo (Tabela 1).

O rendimento médio de grãos variou de 1856 kg ha^{-1} (época 5) a 3419 kg ha^{-1} (época 3), com média geral entre os ambientes de 2795 kg ha^{-1} (Tabela 2). A maior produtividade observada foi obtida pelo genótipo Nambu (4753 kg ha^{-1}), e a maior produtividade em todos os ambientes foi obtida pelo genótipo Elite (3525 kg ha^{-1}). A menor produtividade isolada foi obtida pelo PTN-Bio (1494 kg ha^{-1}), com média em todos os ambientes de 2040 kg ha^{-1} .

Tabela 2 – Médias de produtividade de grãos (kg ha^{-1}) de genótipos de soja em cinco épocas de plantio, na safra 2006/2007, em Pindorama, SP*

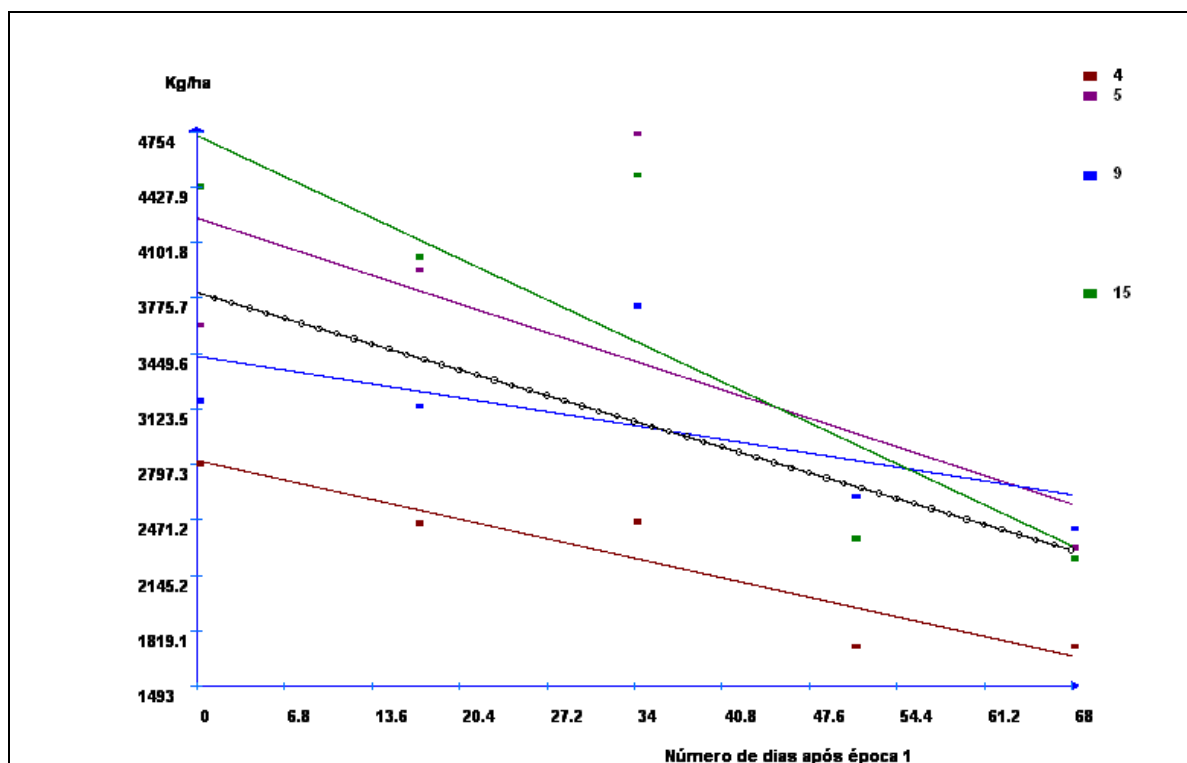
Genótipos	Épocas de Plantio					Média
	1 (03/11/06)	2 (20/11/06)	3 (07/12/06)	4 (23/12/06)	5 (09/01/07)	
Elite	4444	4032	4512	2377	2259	3525
Nambu	3630	3954	4753	2370	2321	3406
Garantia	3908	3843	3833	3636	1772	3398
Sambaiba	3333	3324	4216	2870	2130	3175
Valiosa	3458	4315	3241	2685	1864	3113
M-Soy 8400	3236	3222	4118	2648	2111	3067
UFV18	3185	3153	3741	2623	2432	3027
M-Soy 8001	3356	3551	3444	2481	2043	2975
Vencedora	3065	3764	2914	2932	1833	2902
Conquista	3056	3227	3408	2327	1957	2795
UFVTN 102	2815	2810	3753	2457	1883	2744
Esplendor	2773	3000	3543	2253	2062	2726
UFVS 2005	2583	2375	3130	2043	1963	2419
UFV 16	2815	2463	2475	1741	1741	2247
UFVS 2006	2522	2639	2222	1790	1513	2137
CD 223 AP	1968	2407	2654	1889	1691	2122
Linhagem Bioagro	1991	2106	2167	2444	1494	2040
Média	3067	3187	3419	2445	1945	2813

* DMS Tukey a 5% de probabilidade entre épocas de plantio dentro de genótipos = $411,30 \text{ kg ha}^{-1}$ e entre genótipos dentro de épocas = $522,40 \text{ kg ha}^{-1}$.

Na Tabela 3, podem-se observar as equações de regressão geradas em função da produtividade média de cada genótipo nas cinco épocas de plantio. O gráfico da Figura 1 mostra o comportamento dos genótipos com equações de modelo linear, bem como a reta da regressão identidade de modelo, em que se observa queda da produtividade ao longo das épocas de plantio. No gráfico da Figura 2, observa-se o comportamento dos genótipos cujos dados geraram equações de modelo quadrático e a respectiva curva da regressão obtida após teste de identidade de modelo. O comportamento dos genótipos cujos dados geraram equações de modelo cúbico é mostrado na Figura 3. Neste caso, os genótipos Garantia e PTN-Bio não estão representados na curva da regressão obtida após teste de identidade de modelo por apresentar comportamento diferenciado.

Tabela 3 – Número, nome, equações de regressão e R^2 da produtividade de grãos de 17 genótipos de soja em cinco épocas de plantio, na safra 2006/2007, em Pindorama, SP

Número	Nome	Equações de Regressão	R^2
1	Vencedora	$Y = 3171,06 + 26,44X - 0,674X^2$	84,55
2	UFVS 2006	$Y = 2527,27 + 25,62X - 1,388X^2 + 0,012X^3$	99,81
3	Esplendor	$Y = 2779,04 + 32,11X - 0,659X^2$	69,50
4	UFV 16	$Y = 2820,87 - 16,88X$	88,26
5	Nambu	$Y = 4245,67 - 24,71X$	39,97
6	M-Soy 8001	$Y = 3328,68 + 48,75X - 1,954X^2 + 0,014X^3$	97,04
7	Sambaiba	$Y = 3218,25 + 45,36X - 0,915X^2$	77,55
8	Garantia	$Y = 3925,31 - 35,33X + 2,044X^2 - 0,029X^3$	99,35
9	UFV18	$Y = 3434,00 - 11,97X$	38,82
10	Linhagem Bioagro	$Y = 2015,21 - 21,12X + 1,556X^2 - 0,019X^3$	91,30
12	M-Soy 8400	$Y = 3144,68 + 40,71X - 0,843X^2$	72,51
12	UFVS 2005	ns	
13	Conquista	$Y = 3079,40 + 21,19X - 0,580X^2$	87,17
14	UFVTN 102	$Y = 2704,28 + 43,73X - 0,835X^2$	70,56
15	Elite	$Y = 4730,14 - 35,44X$	72,64
16	CD 223 AP	$Y = 2009,44 + 32,14X - 0,835X^2$	77,70
17	Valiosa	$Y = 3504,53 + 89,50X - 3,580X^2 + 0,028X^3$	95,50



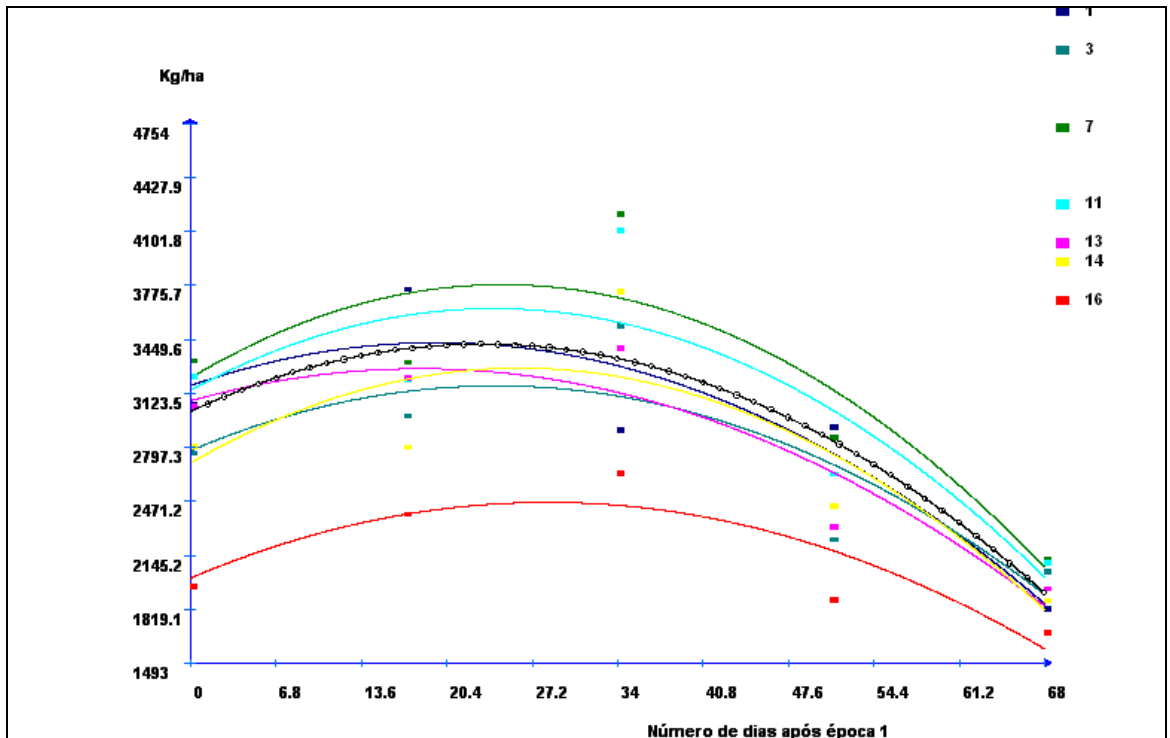


Figura 2- Relação entre o número de dias após a época 1 e a produtividade de grãos (kg ha^{-1}) de genótipos de soja, na safra 2006/2007, em Pindorama, SP. Regressão obtida após teste de identidade de modelos quadráticos ($-o-o-o-o-$): $Y = 3016,12 + 34,92X - 0,751 X^2$ ($R^2 = 99,01$).

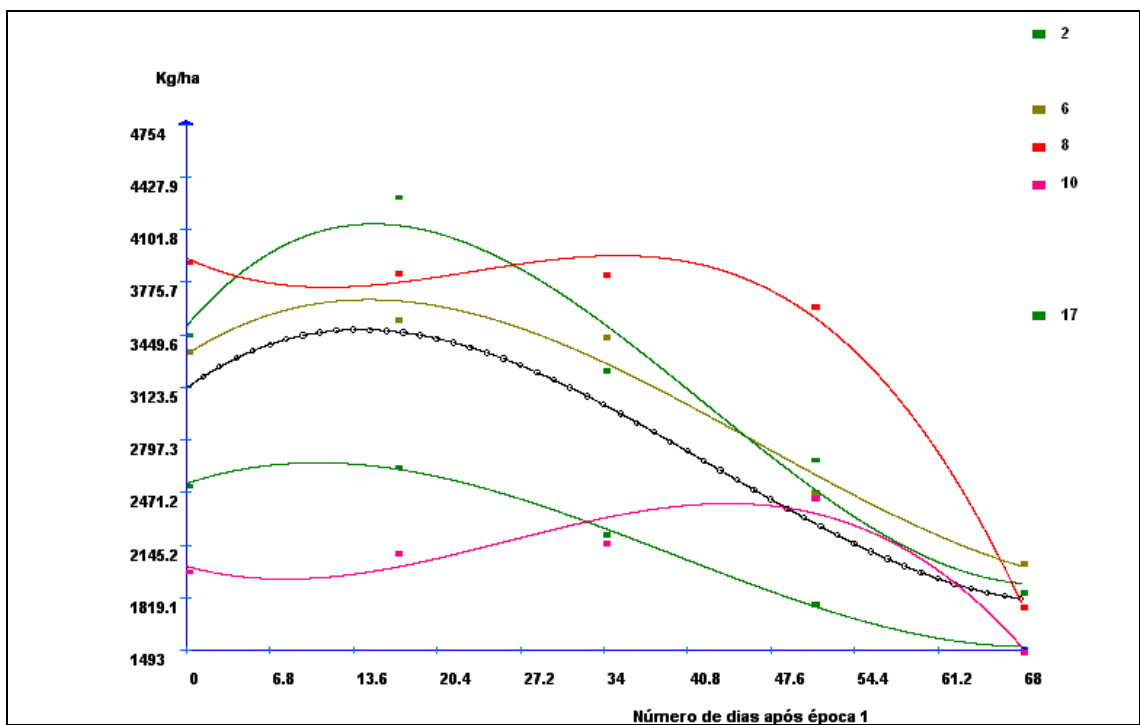


Figura 3- Relação entre o número de dias após a época 1 e a produtividade de grãos (kg ha^{-1}) de genótipos de soja, na safra 2006/2007, em Pindorama, SP. Regressão obtida após teste de identidade de modelos cúbicos dos genótipos 2, 6 e 17 ($-o-o-o-o-$): $Y = 3120 + 54,62X - 2,310X^2 + 0,018X^3$ ($R^2 = 97,21$).

No método proposto por Annicchiarico (1992), a estabilidade é medida pela superioridade do genótipo em relação à média de cada ambiente. O método baseia-se na estimação de um índice de confiança de um determinado genótipo mostrar comportamento relativamente superior.

Com base no índice de confiança ou de recomendação para produtividade de grãos (Tabela 4), pode-se indicar os genótipos Elite, Nambu e Garantia como os três de melhor adaptação, considerando seu comportamento em todos os ambientes. Nos ambientes favoráveis (épocas 1, 2 e 3) também foram estes três genótipos que apresentaram comportamento mais estável. Nos ambientes classificados como desfavoráveis (épocas 4 e 5), os três genótipos mais estáveis foram: UFV 18, Sambaíba e Garantia.

Tabela 4 – Produtividade médias de grãos (kg ha^{-1}) e índice de confiança (W_i), geral e nos ambientes favoráveis e desfavoráveis de genótipos de soja, pelo método de Annicchiarico (1992), na safra 2006/2007, em Pindorama, SP^{1/}

Genótipos	Geral		Favorável		Desfavorável	
	Média	W_i	Média	W_i	Média	W_i
Elite	3525	118,4	4330	131,9	2318	103,0
Nambu	3406	115,4	4112	124,2	2346	103,8
Garantia	3398	114,2	3861	117,9	2704	108,8
Sambaíba	3175	110,5	3624	109,4	2500	111,9
Valiosa	3113	105,2	3671	108,7	2275	100,1
M-Soy 8400	3067	106,8	3525	106,2	2380	108,4
UFV18	3027	106,2	3360	102,6	2528	112,7
M-Soy 8001	2975	104,3	3451	105,6	2262	102,6
Vencedora	2902	99,3	3247	96,6	2383	102,1
Conquista	2795	98,6	3230	99,9	2142	96,8
UFVTN 102	2744	95,1	3126	93,4	2170	97,9
Esplendor	2726	95,3	3106	94,2	2157	96,4
UFVS 2005	2419	84,3	2696	81,1	2003	88,9
UFV 16	2247	77,8	2584	77,7	1741	76,8
UFVS 2006	2137	74,2	2461	73,9	1651	74,6
CD 223 AP	2122	74,1	2343	70,5	1790	80,2
Linhagem Bioagro	2040	70,0	2088	64,4	1969	83,9

^{1/} Alfa = 0,25 ; Z(1-alfa) = 0,2734.

O teor médio de óleo nos grãos variou de 17,06 MS% (época 5) a 19,74 MS% (época 1), com média geral entre os ambientes de 18,23 MS% (Tabela 5). O maior teor de óleo observado foi obtido pelo genótipo Sambaíba, 22,17 MS%. O maior teor de óleo em todos os ambientes foi obtido pelo genótipo M-Soy 8001, 19,75 MS%. O menor teor de óleo isolado foi obtido pelo genótipo CD 223 AP 15,01 MS%. O menor teor de óleo em todos os ambientes foi obtido pelo PTN-Bio, 17,35 MS%.

Na Tabela 6, podem-se observar as equações de regressão geradas em função do teor médio de óleo nos grãos de cada genótipo nas cinco épocas de plantio. Para este caráter, nenhum genótipo gerou equação de modelo quadrático. O gráfico da Figura 4 mostra o comportamento dos genótipos UFV 18 e UFVS 2005 com equações de modelo linear, bem como a respectiva reta da regressão identidade de modelo, em que se observa queda do teor de óleo ao longo das épocas de plantio. No gráfico da Figura 5, observa-se o comportamento dos demais genótipos cujos dados geraram equações de modelo cúbico, não tendo havido identidade de modelo devido ao elevado número de genótipos e à discrepância entre suas curvas.

Tabela 5 – Médias de teor de óleo nos grãos (MS%) de genótipos de soja em cinco épocas de plantio, na safra 2006/2007, em Pindorama, SP*

Genótipos	Épocas de Plantio					Média
	1 ^a (03/11/06)	2 ^a (20/11/06)	3 ^a (07/12/06)	4 ^a (23/12/06)	5 ^a (09/01/07)	
M-Soy 8001	20,21	20,70	20,33	19,23	18,26	19,75
UFV18	21,11	20,18	17,55	18,62	17,75	19,04
Garantia	19,46	20,74	17,01	19,19	18,17	18,91
Sambaiba	22,17	17,89	17,68	18,47	17,96	18,83
UFVTN 102	20,76	17,80	18,04	18,26	18,37	18,65
UFV 16	19,82	17,89	17,42	18,71	17,85	18,34
M-Soy 8400	18,96	18,67	16,86	19,25	17,68	18,28
Esplendor	19,93	18,03	17,75	18,24	17,08	18,21
Valiosa	19,12	18,55	17,91	18,09	16,83	18,10
UFVS 2005	19,23	19,71	16,60	18,17	16,62	18,07
Conquista	19,14	18,29	18,00	18,32	16,42	18,03
Nambu	19,02	18,97	16,22	18,83	16,26	17,86
Elite	18,99	18,29	15,79	18,51	17,41	17,80
UFVS 2006	21,33	16,45	17,13	17,79	16,24	17,79
CD 223 AP	19,31	17,09	17,95	18,49	15,01	17,57
Vencedora	18,41	18,53	17,51	16,58	15,91	17,39
Linhagem Bioagro	18,67	16,87	17,70	17,37	16,15	17,35
Média	19,74	18,51	17,50	18,36	17,06	18,23

* DMS Tukey a 5% de probabilidade entre épocas de plantio dentro de genótipos = 3,03 e entre genótipos dentro de épocas = 3,85.

Com base no índice de confiança ou de recomendação para teor de óleo nos grãos (Tabela 7), podem-se indicar os genótipos M-Soy 8001, UFV 18 e Garantia como os três de melhor adaptação, considerando seu comportamento em todos os ambientes. Nos ambientes favoráveis (épocas 1, 2 e 4), estes três genótipos também apresentaram comportamento mais estável. Nos ambientes classificados como desfavoráveis (épocas 3 e 5), os três genótipos mais estáveis foram: M-Soy 8001, UFVTN 102 e Sambaiba.

Tabela 6 – Número, nome, equações de regressão e R² do teor de óleo nos grãos de 17 genótipos de soja em cinco épocas de plantio, na safra 2006/2007, em Pindorama, SP

Número	Nome	Equações de Regressão	R ²
1	Vencedora	$Y = 18,43 + 0,044X + 0,0028X^2 + 0,00002X^3$	99,68
2	UFVS 2006	$Y = 21,28 - 0,491X + 0,015X^2 - 0,0001X^3$	99,04
3	Esplendor	$Y = 19,95 - 0,210X + 0,006X^2 - 0,00006X^3$	99,19
4	UFV 16	$Y = 19,88 - 0,236X + 0,007X^2 - 0,00006X^3$	93,06
5	Nambu	ns	
6	M-Soy 8001	$Y = 20,20 + 0,071X - 0,003X^2 + 0,00002X^3$	99,83
7	Sambaiba	$Y = 22,16 - 0,416X + 0,011X^2 - 0,00009X^3$	99,94
8	Garantia	ns	
9	UFV18	$Y = 20,70 - 0,049X$	71,18
10	Linhagem Bioagro	$Y = 18,62 - 0,176X + 0,0061X^2 - 0,00006X^3$	93,29
12	M-Soy 8400	ns	
12	UFVS 2005	$Y = 19,42 - 0,040X$	55,15
13	Conquista	$Y = 19,18 - 0,124X + 0,0044X^2 - 0,00005X^3$	97,01
14	UFVTN 102	$Y = 20,72 - 0,268X + 0,0072X^2 + 0,00006X^3$	97,57
15	Elite	ns	
16	CD 223 AP	$Y = 19,31 - 0,294X + 0,0116X^2 - 0,00012X^3$	99,99
17	Valiosa	$Y = 19,16 - 0,077X + 0,0022X^2 - 0,00002X^3$	95,06

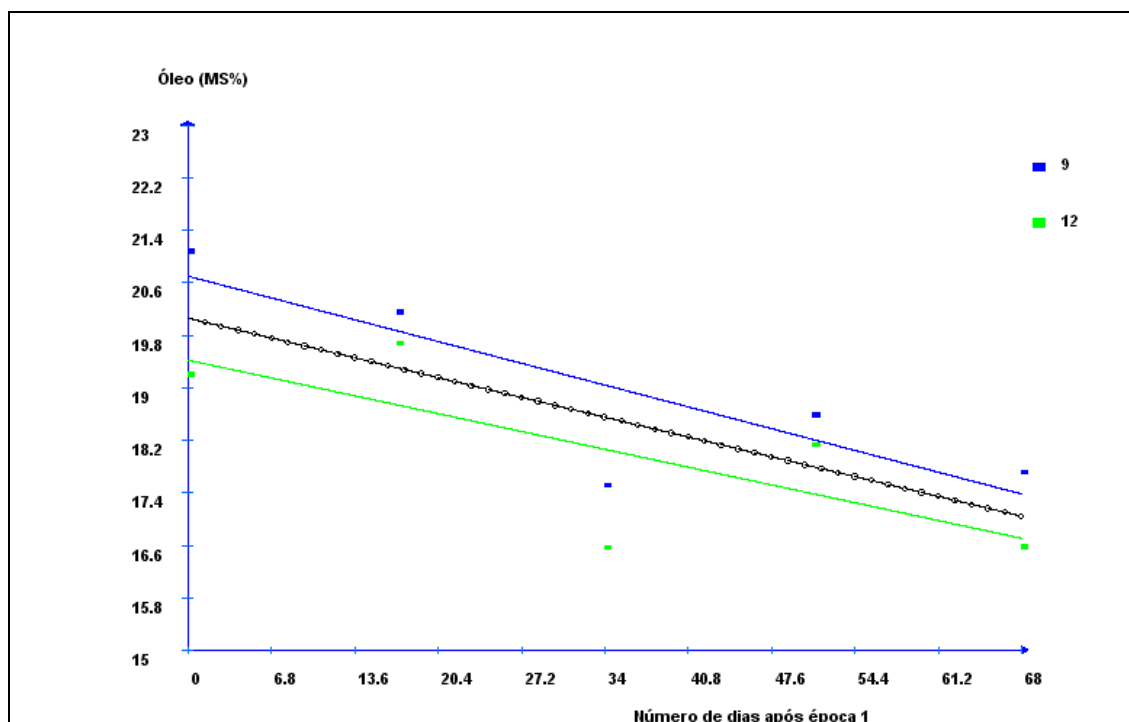


Figura 4- Relação entre o número de dias após a época 1 e o teor de óleo nos grãos (MS%), de genótipos de soja, na safra 2006/2007, em Pindorama, SP. Regressão obtida após teste de identidade de modelos lineares (—o—o—o—o): $Y = 20,06 - 0,044X$ ($R^2=99,74$).

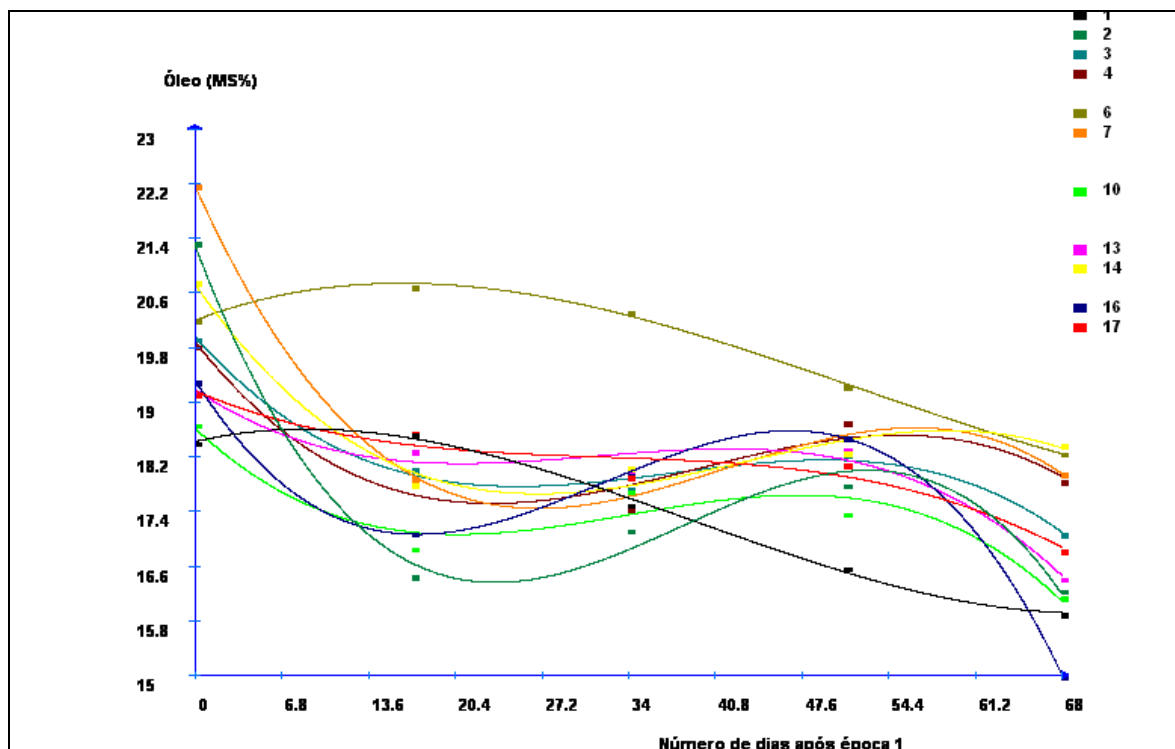


Figura 5- Relação entre o número de dias após a época 1 e o teor de óleo nos grãos (MS%), de genótipos de soja, na safra 2006/2007, em Pindorama, SP. Regressões de modelos cúbicos.

Tabela 7– Médias do teor de óleo (MS%) e índice de confiança (W_i), geral e nos ambientes favoráveis e desfavoráveis de genótipos de soja, pelo método de Annicchiarico (1992), na safra 2006/2007, em Pindorama, SP^{1/}

Genótipos	Geral		Favorável		Desfavorável	
	Média	W_i	Média	W_i	Média	W_i
M-Soy 8001	19,75	106,9	20,05	104,97	19,29	109,8
UFV18	19,04	103,3	19,97	104,72	17,65	101,5
Garantia	18,91	102,1	19,80	103,20	17,59	100,1
Sambaiba	18,84	101,6	19,51	100,96	17,82	102,4
UFVTN 102	18,65	101,1	18,94	99,03	18,21	104,5
UFV 16	18,34	99,8	18,81	98,91	17,64	101,1
M-Soy 8400	18,28	99,2	18,96	99,37	17,27	98,6
Esplendor	18,21	99,4	18,73	98,75	17,41	100,5
Valiosa	18,10	98,8	18,59	98,07	17,37	99,8
UFVS 2005	18,07	97,8	19,04	99,62	16,61	95,7
Conquista	18,04	98,2	18,59	98,13	17,21	98,3
Nambu	17,86	96,7	18,94	99,49	16,24	93,5
Elite	17,80	96,3	18,60	97,97	16,60	93,9
UFVS 2006	17,79	95,5	18,53	95,32	16,69	96,1
CD 223 AP	17,57	94,6	18,30	95,77	16,48	92,5
Vencedora	17,39	94,2	17,84	93,17	16,71	95,4
Linhagem Bioagro	17,35	94,2	17,64	92,89	16,93	96,7

^{1/} Alfa = 0,25 ; Z(1-alfa) = 0,2734.

O teor médio de proteína nos grãos variou de 41,12 MS% (época 3) a 43,28 MS% (época 5), com média geral entre os ambientes de 42,40 MS% (Tabela 8). O maior teor de proteína observado foi obtido pelo PTN-Bio com

49,51 MS%, com média em todos os ambientes de 48,55 MS%. O menor teor de proteína isolado foi obtido pelo genótipo UFVS 2006 com 38,98 MS%, e o menor teor de proteína em todos os ambientes foi obtido pelo genótipo UFV 18 com 40,67 MS%.

Tabela 8– Médias de teor de proteína nos grãos (MS%) de genótipos de soja em cinco épocas de plantio, na safra 2006/2007, em Pindorama, SP*

Genótipos	Épocas de Plantio					Média
	1 (03/11/06)	2 (20/11/06)	3 (07/12/06)	4 (23/12/06)	5 (09/01/07)	
Linhagem Bioagro	48,66	48,76	47,01	48,81	49,51	48,55
CD 223 AP	47,89	46,92	43,63	43,32	44,59	45,27
Garantia	43,35	43,04	42,25	43,62	44,81	43,41
UFVTN 102	44,54	41,61	43,19	42,78	44,72	43,37
Vencedora	43,70	43,23	40,84	44,04	42,67	42,90
Valiosa	43,32	41,67	40,70	43,29	44,17	42,63
Esplendor	42,71	40,80	41,77	43,39	43,07	42,35
Conquista	42,98	40,71	41,53	41,85	42,64	41,94
UFVS 2006	41,45	38,98	40,72	43,18	43,70	41,61
M-Soy 8400	42,99	41,59	39,74	41,24	41,95	41,50
Nambu	41,86	40,76	39,01	42,69	42,59	41,38
Elite	41,90	39,41	40,35	43,45	41,76	41,37
M-Soy 8001	42,61	40,59	39,66	41,32	42,22	41,28
Sambaiba	40,78	39,44	40,35	42,34	41,81	40,94
UFV 16	41,81	39,53	39,17	41,23	42,65	40,88
UFVS 2005	41,25	41,14	39,58	40,71	41,12	40,76
UFV18	40,36	39,16	39,57	42,55	41,73	40,67
Média	43,07	41,61	41,12	42,93	43,28	42,40

* DMS Tukey a 5% de probabilidade entre épocas de plantio dentro de genótipos = 2,66 e entre genótipos dentro de épocas =3,38.

Na Tabela 9, podem-se observar as equações de regressão geradas em função do teor médio de proteína nos grãos de cada genótipo nas cinco épocas de plantio. Para este caráter, nenhum genótipo gerou equação de modelo linear. O gráfico da Figura 6 mostra o comportamento dos genótipos cujos dados geraram equações de modelo quadrático, bem como a respectiva curva da regressão obtida após teste de identidade de modelo, sendo que, dentre estes genótipos, o PTN-Bio e UFVTN 102 apresentaram comportamento diferenciado e não se encontram representados na curva. O comportamento dos genótipos cujos dados geraram equações de modelo cúbico é mostrado na Figura 7. Observa-se que o genótipo CD 223 AP apresenta comportamento bastante distinto, não sendo representado pela curva da regressão obtida após teste de identidade de modelo.

Tabela 9– Número, nome, equações de regressão e R² do teor de proteína nos grãos de 17 genótipos de soja em cinco épocas de plantio, na safra 2006/2007, em Pindorama, SP

Número	Nome	Equações de Regressão	R ²
1	Vencedora	ns	
2	UFVS 2006	$Y = 41,44 - 0,321X + 0,0123X^2 - 0,00010X^3$	99,94
3	Esplendor	$Y = 42,71 - 0,248X + 0,0093X^2 - 0,00008X^3$	99,95
4	UFV 16	$Y = 41,86 - 0,253X + 0,0068X^2 - 0,00004X^3$	97,93
5	Nambu	$Y = 41,76 - 0,105X + 0,0018X^2$	54,02
6	M-Soy 8001	$Y = 42,68 - 0,221X + 0,0053X^2 - 0,00003X^3$	94,12
7	Sambaiba	$Y = 40,82 - 0,217X + 0,0089X^2 - 0,00008X^3$	98,42
8	Garantia	$Y = 43,45 - 0,066X + 0,0013X^2$	89,57
9	UFV18	$Y = 40,46 - 0,248X + 0,0102X^2 - 0,00009X^3$	90,58
10	Linhagem Bioagro	$Y = 48,88 - 0,070X + 0,0012X^2$	56,08
12	M-Soy 8400	$Y = 43,07 - 0,141X + 0,0019X^2$	83,73
12	UFVS 2005	$Y = 41,43 - 0,067X + 0,0009X^2$	54,48
13	Conquista	$Y = 42,91 - 0,201X + 0,0059X^2 - 0,00004X^3$	90,95
14	UFVTN 102	$Y = 44,17 - 0,121X + 0,0019X^2$	67,84
15	Elite	$Y = 41,98 - 0,387X + 0,0151X^2 - 0,00014X^3$	95,20
16	CD 223 AP	$Y = 47,98 - 0,021X - 0,0049X^2 + 0,00007X^3$	96,15
17	Valiosa	$Y = 43,20 - 0,1255X + 0,0021X^2$	80,94

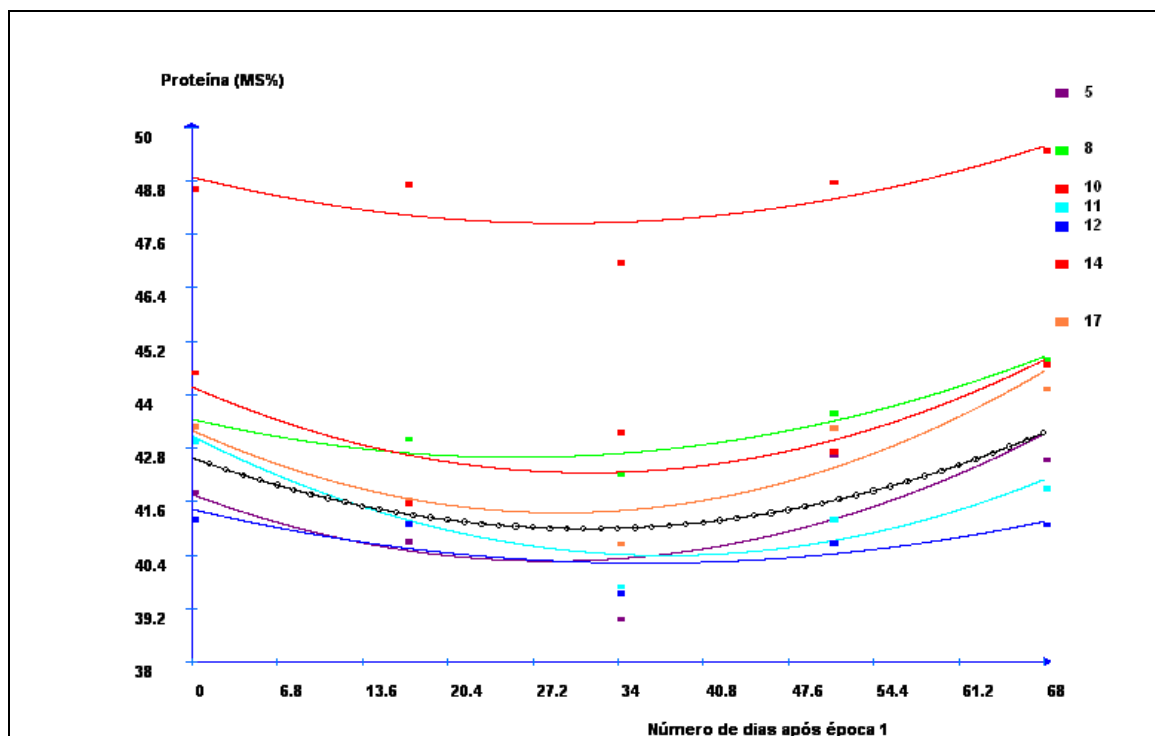


Figura 6- Relação entre o número de dias após a época 1 e o teor de proteína nos grãos (MS%), de genótipos de soja, na safra 2006/2007, em Pindorama, SP. Regressão obtida após teste de identidade de modelos quadráticos dos genótipos 5, 8, 11, 12 e 17 (—o—o—o—): $Y = 42,58 - 0,101X + 0,0016 X^2$ ($R^2 = 99,92$).

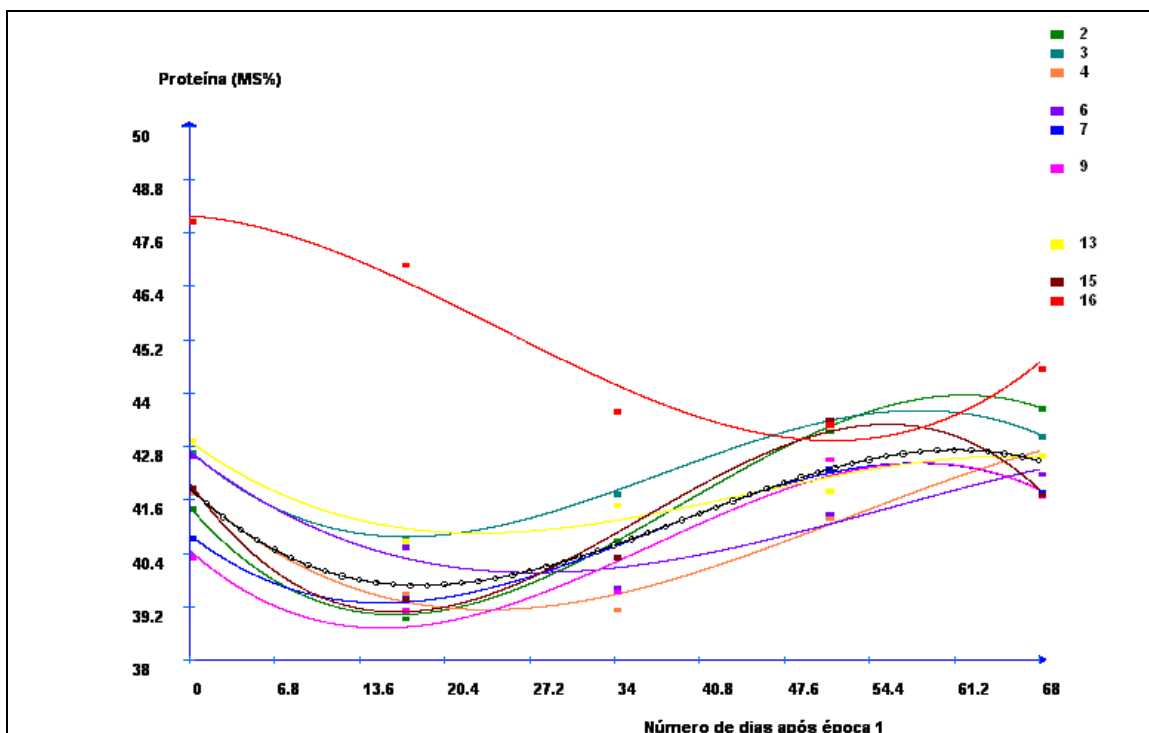


Figura 7- Relação entre o número de dias após a época 1 e o teor de proteína nos grãos (MS%), de genótipos de soja, na safra 2006/2007, em Pindorama, SP. Regressão obtida após teste de identidade de modelos cúbicos dos genótipos 2, 3, 4, 6, 7, 9, 13, e 15 (—o—o—o—o): $Y = 41,86 - 0,262X + 0,009X^2 - 0,00008X^3$ ($R^2 = 99,96$).

Com base no índice de confiança ou de recomendação para teor de proteína nos grãos (Tabela 10), podem-se indicar os genótipos PTN-Bio, CD 223 AP e Garantia como os três de melhor adaptação, considerando seu comportamento em todos os ambientes. Nos ambientes favoráveis (épocas 1, 4 e 5) e nos ambientes classificados como desfavoráveis (épocas 2 e 3), estes três genótipos também apresentaram comportamento mais estável.

A correlação fenotípica entre produtividade e o teor de óleo foi positiva (0,38). Entre a produtividade e o teor de proteína foi negativa (-0,44), assim como entre o teor de óleo e o teor de proteína (-0,46).

Tabela 10– Médias do teor de proteína (MS%) e índice de confiança (*Wi*), geral e nos ambientes favoráveis e desfavoráveis de genótipos de soja, pelo método de Annicchiarico (1992), na safra 2006/2007, em Pindorama, SP^{1/}

Genótipos	Geral		Favorável		Desfavorável	
	Média	<i>Wi</i>	Média	<i>Wi</i>	Média	<i>Wi</i>
Linhagem Bioagro	48,55	114,1	48,99	113,5	47,89	115,2
CD 223 AP	45,27	105,4	45,27	103,6	45,28	108,1
Garantia	43,42	102,1	43,93	101,5	42,65	103,0
UFVTN 102	43,37	101,6	44,01	101,5	42,40	101,6
Vencedora	42,90	100,6	43,47	100,3	42,04	100,7
Valiosa	42,63	100,2	43,59	100,9	41,19	99,3
Esplendor	42,35	99,5	43,06	99,6	41,29	99,1
Conquista	41,94	98,5	42,49	98,3	41,12	98,8
UFVS 2006	41,61	97,3	42,78	98,5	39,85	95,3
M-Soy 8400	41,50	97,4	42,06	97,1	40,67	97,7
Nambu	41,38	97,1	42,38	98,0	39,89	95,8
Elite	41,38	96,9	42,37	97,6	39,88	95,8
M-Soy 8001	41,28	97,1	42,05	97,2	40,12	96,8
Sambaiba	40,95	96,1	41,64	96,1	39,90	95,8
UFV 16	40,88	96,0	41,90	96,9	39,35	95,1
UFVS 2005	40,76	95,7	41,03	95,1	40,36	97,1
UFV18	40,67	95,3	41,55	95,7	39,37	94,8

^{1/} Alfa = 0,25 ; Z(1-alfa) = 0,2734.

Os genótipos PTN-Bio e CD 223 AP foram desenvolvidos visando à produção de altos teores de proteína, como se observa nos dados apresentados anteriormente, no entanto, apresentaram baixas produtividades corroborando, portanto, com dados os encontrados por vários autores: Johnson et al., 1955; Kwon e Torrie, 1964; Byth et al., 1969a, 1969b; Thorne e Fehr, 1970; Hartwig e Hinson, 1972; Hymowitz et al., 1972; Shannon et al., 1972; Voldeng et al., 1997; Wilcox e Guodong, 1997, cujos dados mostram que o rendimento de grãos, em geral, é inversamente correlacionado com o teor de proteína. Os baixos teores de óleo apresentados por estes genótipos confirmam que os teores de proteína e de óleo de soja são inversamente correlacionados (Johnson et al., 1955; Kwon e Torrie, 1964; Thorne e Fehr, 1970; Hymowitz et al., 1972; Simpson Junior e Wilcox, 1983; Burton, 1984; Wilcox e Shibles, 2001).

CONCLUSÕES

Os genótipos Elite, Nambu e Garantia atingem altas médias de produtividade e se destacam principalmente em ambientes favoráveis.

Os genótipos M-Soy 8001 e UFV 18 atingem altas médias de teores de óleo, destacando-se o primeiro em todos os ambientes e o outro em ambientes favoráveis.

Os genótipos PTN-Bio, CD 223 AP apresentam altas médias de teores de proteína e se destacam nos três ambientes em detrimento da baixa produtividade e do baixo teor de óleo.

As variações dos teores de óleo são menores que as de proteína e de produtividade, tanto entre os genótipos quanto nas épocas de plantio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics and Breeding**, v. 46, n. 1, p. 269-278, 1992.

ATROCH, A.L.; SOARES, A.A.; RAMALHO, M.A.P. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de arroz de sequeiro testadas no Estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.3, p.541-548, 2000.

BARROS, H. B. Adaptabilidade e estabilidade de soja por métodos paramétricos e não-paramétricos. Viçosa, 2007. 82p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa.

BRIM, C.A. Quantitative genetics and breeding. In: CALDWELL, B.E.; HOWELL, R.W.; JOHNSON, H.W., ed. **Soybeans: improvement, production and uses**. Madison: American Society of Agronomy, 1973. 172p.

BURTON, J.W. Breeding soybeans for improved protein quantity and quality. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 3., 1984, Ames. **Proceedings**. Boulder: Westview, 1984. p.361-367.

BYTH, D.E.; CALDWELL, B.E.; WEBER, C.R. Specific and nonspecific index selection in soybean *Glycine max* L. (Merrill). **Crop Science**, Madison, v.9, p.702-705, 1969a.

BYTH, D.E.; WEBER, C.R.; CALDWELL, B.E. Correlated truncation selection for yield in soybeans. **Crop Science**, Madison, v.9, p.699-702, 1969b.

CRUZ, C.D. **Programa GENES - aplicativo computacional em genética e estatística**, Viçosa, MG: UFV, 2001, 542p,

EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, v.6, n.1, p.36-40, 1966.

FARIAS, F.J.C.; RAMALHO, M.A.P.R.; CARVALHO, L.P.; MOREIRA, J.A.N.; COSTA, J.N. Parâmetros de estabilidade propostos por Lin & Binns (1988) comparados com o método da regressão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n.4, p.407-414, 1997.

FINLAY, K. W.; WILKINSON, G. N. The analysis of adaptation in plant-breeding programme. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v.14, n.5, p.742-754, 1963.

FREEMAN, G. H.; PERKINS, J. M. Environmental and genotype-environmental components of variability. VIII. Relations between genotypes grown in different environments and measures of these environments. **Heredity**, v. 27, p. 15-23, 1971.

HARTWIG, E.E.; HINSON, K. Association between chemical composition of seed and seed yield of soybeans. **Crop Science**, Madison, v.12, p.829-830, 1972.

HELMS, T.C.; ORF, J.H. Protein, oil and soybean lines selected for increased protein. **Crop Science**, v.38, n.3, p.707-711, 1998.

HYMOWITZ, T.; COLLINS, F.I.; PANCZNER, J.; WALKER, W.M. Relationship between the content of oil, protein, and sugar in soybean seed. **Agronomy Journal**, Madison, v.64, p.613-616, 1972.

JOHNSON, H.W.; ROBINSON, H.F.; COMSTOCK, R.E. Genotypic and phenotypic correlations in soybeans and these implications in selection.

KWON, S.H.; TORRIE, J.H. Heritability and interrelationship among traits of two soybean populations. **Crop Science**, Madison, v.4, p.196- 198, 1964.

LIN, C.S.; BINNS, M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivars x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, v.68, n.1, p.193-198, 1988.

MAIA, M.C.C.; VELLO, N.A.; ROCHA, M.M.; PINHEIRO, J.B.; SIVLA JUNIOR, N.F. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens experimentais de soja selecionadas para caracteres agronômicos através de método uni-multivariado. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.2, p.215-226, 2006.

NUNES, G.H.S.; REZENDE, G.D.S.P.M.; RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.S.; Implicações da interação genótipos x ambientes na seleção de clones de eucalipto. **Cerne**, Lavras, v.8, n.1, p 49-58, 2002.

PERKINS, J. M.; JINKS, J. L. Environmental and genotype-environmental components of variability. III. Multiple lines and crosses. **Heredity**, Oxford, v. 23, p. 339-356, 1968.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13.ed. Piracicaba – SP: Nobel. 1990, 468p.

PLAISTED, R. L.; PETERSON, L. C. A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations or seasons. **American Potato Journal**, Orono, v.36, p.381-385, 1959.

PRADO, E.E.P.; HIRIMOTO, D.M.; GODINHO, V.P.C.; UTUMI, M.M. RAMALHO, A.R. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em cinco épocas de plantio no cerrado de Rondônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.4, p.625-635, 2001.

ROCHA, R.B.; MURO-ABAD, J.I.; ARAUJO, E.F.; CRUZ, C.D. Avaliação do método centróide para estudo de adaptabilidade ao ambiente de clones de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, n.3, p.255-266, 2005.

SHANNON, J.G.; WILCOX, J.R.; PROBST, A.M. Estimated gains from selection for protein and yield in the F4 generation of six soybean populations. **Crop Science**, Madison, v.12, p.824-826, 1972.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: Editora UFV, 2002. 235p.

SILVA, J. G. C.; BARRETO, J. N. An application of segmented linear regression to the study of genotype x environment interaction. **Biometrics**, Washington, v. 41, n. 4, p. 1093, 1986.

SILVA, W.C.J.; DUARTE, J.B. Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. V.41, n.1, p.23-30, 2006.

SIMPSON JUNIOR, A.M.; WILCOX, J.R. Genetic and phenotypic associations of agronomic characteristics in four high protein soybean populations. **Crop Science**, Madison, v.23, p.1077-1081, 1983.

TAI, G. C. C. Genotype stability analysis and its application to potato regional trials. **Crop Science**, Madison, v. 11, p. 184-190, 1971.

THORNE, J.C.; FEHR, W.R. Incorporation of highprotein, exotic germplasm into soybean populations by 2- and 3-way crosses. **Crop Science**, Madison, v.10, p.652-655, 1970.

VERMA, M. M.; CHAHAL, G. S.; MURTY, B. R. Limitations of conventional regression analysis: a proposed modification. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 53, p. 89-91, 1978.

VOLDENG, H.D.; COBER, 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**, Madison, v.37, p.428-431, 1997.

WEISS, M.G.; WEBER, C.R.; WILLIAMS, L.T.T.; PROBST, A.H. Correlations of agronomic characters and temperature with seed compositional characters in soybean, as influenced by variety and time of planting. **Agronomy Journal**, Madison, v.44, p.289-297, 1952.

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

WILCOX, J.R.; SHIBLES, R.M. Interrelationships among seed quality attributes in soybean. **Crop Science**, v.41, p.11-14, 2001.

WRICKE, G. Zur Berechnung der Ökovalenz bei Sommerweizen und Hafer. **Zeitschrift für Pflanzenzüchtung**, Berlin, v. 52, p. 127-138, 1965.

ARTIGO 5

ADAPTABILIDADE, ESTABILIDADE E AGRUPAMENTO DE GENÓTIPOS DE SOJA PARA TEORES DE ÓLEO E PROTEÍNA

RESUMO: Objetivou-se neste trabalho avaliar com base nos teores de óleo e de proteína de 15 genótipos de soja a adaptabilidade e estabilidade, pelo método paramétrico e não-paramétrico, bem como caracterizar a divergência genética destes genótipos por meio de técnicas multivariadas. Os ensaios foram conduzidos nos anos agrícolas de 2004/05, 2005/06 e 2006/07 nos municípios de Viçosa-MG, Frutal-MG e Pindorama-SP, respectivamente, em diferentes épocas de plantio e diferentes tipos de solo, perfazendo um total de 13 ambientes diferentes. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com três repetições. Os teores de óleo e de proteína nos grãos foram determinados com base na matéria seca. Foram realizadas análises de variância individuais, seguindo-se uma análise de variância conjunta em que os efeitos de genótipos e ambientes foram considerados fixos. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica dos genótipos foi feita pelos métodos de Eberhart e Russell e Annicchiarico. No estudo de divergência genética, foram utilizados os métodos aglomerativos de Tocher e UPGMA, fundamentados na distância generalizada de Mahalanobis como medida de dissimilaridade. Pelo método de Eberhart e Russell, os genótipos M-Soy 8001, Garantia, Sambaíba, UFV 16 e UFVS 2005 foram classificados como de ampla adaptabilidade e baixa estabilidade para teor de óleo. Para teor de proteína, os genótipos PTN-Bio e Garantia foram classificados da mesma forma, e o Splendor como sendo de ampla adaptabilidade e alta estabilidade. O método de Annicchiarico indicou como mais estáveis e adaptadosos genótipos M-soy 8001 e Garantia para teor de óleo e PTN-Bio e UFVTN 102 para teor de proteína. O genótipo M-Soy 8001 formou um grupo isolado para teor de óleo no agrupamento pelos métodos de Tocher e UPGMA, enquanto para proteína, ambos evidenciaram a dissimilaridade do PTN-Bio em relação aos demais genótipos.

Palavras-chave: Divergência genética, *Glycine max*, variabilidade fenotípica.

ADAPTABILITY, STABILITY AND CLUSTERING OF SOYBEAN GENOTYPES TO OIL AND PROTEIN CONTENTS

ABSTRACT: It was aimed in this work to evaluate based in the oil and protein contents, 15 soybean genotypes, the adaptability and stability through parametric and non-parametric method, and characterize the genetic divergence of these genotypes through multivariate techniques. The assays were carried out in 2004/05, 2005/06 and 2006/07 in the municipalities of Viçosa-MG, Frutal-MG and Pindorama-SP respectively, at different times of planting and different soil types, totalizing 13 different environments. The experimental design used was random blocks, with three replications. The oil and protein contents in grains were determined on the basis of dry matter. It was carried out individual variance analyses, followed by a grouping variance analyses in which the effect of genotype and environment were considered fixed. The averages were compared through the Tukey test at 5% of probability. The adaptability analyses and phenotypic stability of the genotypes were made by the Eberhart and Russel and Annicchiarico methods. In the study of genetic divergence, the methods of cluster were used the Tocher and UPGMA, founded in general of Mahalanobis distance as a measure of dissimilarity. For the method of Eberhart and Russell, the genotypes M-Soy 8001, Garantia, Sambaiba, UFV 16 and UFVS 2005, were classified as wide adaptability and stability to low of oil contents. For protein content, the genotypes PTN-Bio and Garantia, were classified in the same way, and the Splendor of as wide adaptability and high stability. The methodology Annicchiarico indicated as more stable and adapted, the genotypes M-Soy 8001 and Garantia, to levels of oil and PTN-Bio and UFVTN 102, for protein content. The genotype M-Soy 8001 formed an isolate group for oil level in the grouping through Tocher and UPGMA methods, whereas for protein, both showed a dissimilarity of PTN-Bio regarding to the other genotypes.

Key-words: Genetic divergence, *Glycine max*, phenotypic variability.

INTRODUÇÃO

Para caracteres quantitativos como teor de óleo e de proteína, o fenótipo de soja a ser selecionado depende do genótipo, do ambiente e da interação genótipos X ambientes. Essa interação ocorre devido à inconsistência do desempenho dos genótipos nos vários ambientes, refletindo-se nas diferentes respostas dos genótipos às mudanças ambientais. Considerando as inúmeras variações ambientais em que a soja é comumente submetida no Brasil, é esperado que a interação genótipo X ambiente assuma papel fundamental na manifestação fenotípica, devendo, portanto, ser estimada e considerada no programa de melhoramento genético e na indicação de cultivares (Prado et al., 2001).

Existem disponíveis na literatura vários métodos para estudo e quantificação da interação genótipo X ambiente. Entre eles o método tradicional de Plaisted e Peterson (1959); de Finlay e Wilkinson (1963); de Wricke (1965); de Eberhart e Russell (1966); de Perkins e Jinks (1968); de Freeman e Perkins (1971); de Taí (1971); de Verma et al. (1978); de Silva e Barreto (1986); de Lin e Binns (1988); de Cruz et al. (1989); de Annicchiarico (1992); e o centróide de Rocha et al., (2005). A diferença entre os métodos origina-se nos próprios conceitos de estabilidade e nos procedimentos biométricos empregados para medi-la.

O método proposto por Eberhart e Russell (1966) baseia-se numa análise de regressão linear simples em que o cultivar ideal é aquele que apresenta alta média, coeficiente de regressão igual à unidade e desvio de regressão não significativo. Lin et al. (1986) apresentaram críticas aos métodos que se baseiam no desvio da regressão como parâmetro de estabilidade. Segundo estes autores, esse parâmetro serve apenas para indicar o ajuste dos dados à equação obtida, ao invés de maior ou menor estabilidade do cultivar. Reiteram que a baixa adaptação representada por σ_{di}^2 elevado ou coeficiente de determinação (R_i^2) pequeno deve ser interpretado como indicativo de que o uso do modelo de regressão para estimar a estabilidade não é apropriado e que alternativas devem ser investigadas.

Os métodos baseados em regressão relacionam as respostas individuais dos genótipos com o efeito do ambiente, que geralmente é estimado utilizando o índice ambiental associado tanto à regressão linear simples quanto à regressão linear bissegmentada (Cruz e Regazzi, 1997). Como desvantagens desses métodos, destacam-se o número mínimo de ambientes para análise (três para os métodos que utilizam regressão linear simples e seis para os que utilizam regressão linear bissegmentada), o maior número de parâmetros que devem ser simultaneamente avaliados para a recomendação e um problema de ordem estatística, a existência de dependência entre o índice ambiental utilizado para classificar os ambientes e a produtividade média da cultivar (Cruz et al., 1989).

Barros (2007), estudando adaptabilidade e a estabilidade de soja por métodos paramétricos e não-paramétricos, concluiu que os métodos de Lin e Binns (1988), Annicchiarico (1992) e o centróide de Rocha et al. (2005) foram coerentes entre si e permitiram identificar, entre os genótipos avaliados, aqueles de maior produtividade, estabilidade e adaptabilidade.

O método desenvolvido por Annicchiarico (1992), permite estimar o índice de confiabilidade de um determinado genótipo apresentar desempenho abaixo da média do ambiente, apresentando a vantagem de a seleção de um determinado genótipo para comercialização ser realizada considerando-se o risco de o mesmo ter um desempenho inferior a um padrão convenientemente escolhido. Considerando que o padrão escolhido é a média geral dos genótipos, quanto maior o índice de confiabilidade de um genótipo, menor sua probabilidade de insucesso.

O estudo da variabilidade fenotípica dos teores de óleo e de proteína é importante para conhecer a divergência genética do conjunto de genótipos disponível para fins de utilização em programas de melhoramento genético.

Existem duas maneiras de inferir sobre a diversidade genética: de forma quantitativa e de forma preditiva. Entre as de natureza quantitativa, citam-se as análises dialélicas, nas quais são necessários os cruzamentos entre os genitores e sua posterior avaliação. As de natureza preditiva têm por base as diferenças morfológicas, de qualidade nutricional, fisiológicas ou moleculares, quantificadas em alguma medida de dissimilaridade que possa expressar o grau de diversidade genética entre os genitores (Cruz e Carneiro, 2003).

Quando diversos caracteres de diferentes genótipos são medidos simultaneamente, aos pares, as distâncias de Mahalanobis (D^2) podem ser tomadas como estimativas de diversidade genética entre eles. Essa diversidade é obtida segundo diferenças fisiológicas, morfológicas e agronômicas, avaliadas a partir de um grupo de genótipos.

A correlação positiva entre a divergência e a heterose é indicativa da eficiência da predição do comportamento dos híbridos em várias culturas, tais como feijão (Ghaderi et al., 1984) e milho (Ferreira, 1993).

De acordo com Ferreira (1993), quando correlações residuais significativas entre os diversos caracteres são identificadas, deve-se preferencialmente utilizar a distância de Mahalanobis. Muitos têm sido os métodos propostos para análise de agrupamento (conglomerção), entretanto, os mais utilizados no melhoramento de plantas são os hierárquicos e os de otimização de Tocher. Outro método que tem sido muito utilizado é o UPGMA. Neste método, o critério utilizado para a formação dos grupos é a média das distâncias entre todos os pares de itens que formam cada grupo. Em termos de melhoramento genético, Dudley (1994) refere-se ao método UPGMA como superior aos métodos do vizinho mais próximo e mais distante, quando comparados com informação conhecida de “pedigree”.

Nos métodos hierárquicos, os indivíduos ou unidades amostrais são agrupados em vários níveis até que seja constituído um dendrograma, ou diagrama de árvore. Este critério de agrupamento em dendrograma foi utilizado em trabalhos com milho (Ferreira, 1993), feijão-de-vagem (Peixoto, 2002) e feijão (Emygdio, 2003 e Elias et al., 2007).

Entre as várias técnicas multivariadas passíveis de serem utilizadas, Cruz e Regazzi (1997) citaram as análises por componentes principais e variáveis canônicas e os métodos aglomerativos que utilizam a distância euclidiana ou a distância generalizada de Mahalanobis como medidas de dissimilaridade. Comparação entre essas técnicas tem sido demonstrada em alguns trabalhos. Santos (2005) realizou a seleção de pré-cultivares de soja baseada em índices, utilizando as técnicas de distância euclidiana e Mahalanobis, indicando maior eficiência em discriminar as linhagens quando foi utilizada a distância de Mahalanobis.

Objetivou-se neste trabalho avaliar, com base nos teores de óleo e de proteína, a adaptabilidade e a estabilidade de 15 genótipos de soja cultivados em 13 ambientes distintos, pelos métodos de Eberhart e Russell (1966) e Annicchiarico (1992), bem como caracterizar a divergência genética destes genótipos por meio de técnicas multivariadas e determinar a correlação fenotípica dos caracteres.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos nos anos agrícolas 2004/05, 2005/06 e 2006/07 nos municípios de Viçosa-MG, Frutal-MG e Pindorama-SP, respectivamente, em diferentes épocas de plantio e diferentes tipos de solo, perfazendo um total de 13 ambientes diferentes, cuja descrição se encontra nas Tabelas 7 e 9.

O preparo do solo foi feito de forma convencional (aração e gradagem) e a adubação de acordo com análise do solo, conforme a recomendação para a cultura da soja. O plantio foi manual e logo após realizou-se a inoculação das sementes por meio da pulverização de inoculante no sulco de plantio antes da cobertura das sementes. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, utilizando-se o esquema fatorial épocas de plantio X genótipos, com três repetições. Cada unidade experimental foi constituída por uma fileira de cinco metros de comprimento. As fileiras foram espaçadas 0,90 m entre si com densidade de 14 plantas por metro. A área útil foi de 3,6 m², tendo sido colhida a parte central das fileiras, desprezando-se 0,5 m de bordadura nas extremidades. Em volta de cada ensaio foram plantadas quatro fileiras de soja constituindo outra bordadura. Após a emergência das plantas, foi feito um desbaste para chegar à densidade populacional preestabelecida. O controle das plantas daninhas foi realizado por meio de capinas manuais, e o controle de pragas e doenças por meio de pulverizações de inseticidas e fungicidas recomendados para a cultura.

Foram avaliados os seguintes genótipos de soja: Conquista, Elite, Garantia, PTN-Bio, M-Soy 8400, M-soy 8001, Nambu, Sambaíba, Splendor, UFVS 2006, UFVS 2005, UFVTN 102, UFV 18, UFV 16 e Vencedora.

Após a colheita, as amostras foram enviadas para o Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, onde foram determinados os teores de óleo e proteína nos grãos com base na matéria seca (MS%). Para determinação do óleo (extrato etéreo), utilizou-se a extração em éter de petróleo, segundo o método de Goldfish e a proteína (bruta) foi determinada pelo método de Kjeldhal (Silva e Queiroz, 2002).

Foram realizadas análises de variância individuais, seguindo-se uma análise de variância conjunta em que os efeitos de genótipos e ambientes foram considerados fixos. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica dos genótipos foi feita pelos métodos de Eberhart e Russell (1966) e Annicchiarico (1992).

O método de Eberhart e Russell (1966) usa, na avaliação individual dos genótipos, os seguintes parâmetros: a média do genótipo (μ_i), seu coeficiente de regressão ($\hat{\beta}_1$) e a variância dos desvios dessa regressão (σ_{di}^2). Os dois primeiros estimam a adaptabilidade do genótipo, e o terceiro mede, a sua estabilidade. Seus respectivos estimadores são dados por:

$$\bar{Y}_i = \frac{\sum_j Y_{ij}}{a} \quad \hat{\beta}_1 = \frac{\sum_j Y_{ij} I_j}{\sum_j I_j^2}, \text{ em que } I_j = \frac{\sum_i Y_{ij}}{g} - \frac{i}{j} \frac{\sum_j Y_{ij}}{ag} \text{ (índice ambiental)}$$

$$\hat{\sigma}_{di}^2 = \frac{\left[\sum_j Y_{ij}^2 - \left(\sum_j Y_{ij} \right)^2 / a \right] - \left(\sum_j Y_{ij} I_j \right)^2 / \sum_j I_j^2}{a - 2}$$

O método de Annicchiarico (1992) baseia-se no chamado índice de confiança genotípico, estimado por $W_{i(g)} = \hat{\mu}_{i(g)} - Z_{(1-\alpha)} \hat{\sigma}_{Z_{i(g)}}$, considerando-se todos os ambientes em que $\hat{\mu}_{i(g)}$ é a média porcentual dos genótipos i ; $\hat{\sigma}_{Z_{i(g)}}$ é o desvio padrão dos valores de Z_{ij} , associado ao i -ésimo genótipo; e $Z_{(1-\alpha)}$ é o percentil da função de distribuição normal padrão. O coeficiente de confiança adotado foi de 75%, ou seja, $\alpha = 0,25$.

A análise de variância multivariada, para a avaliação da variabilidade genética total existente entre as cultivares, foi feita a partir dos dados provenientes da análise conjunta de variância. A partir da análise de variância multivariada, obtiveram-se as matrizes da soma de quadrados e produtos

residuais e a matriz de soma de quadrados e produtos entre cultivares. As distâncias generalizadas de Mahalanobis, obtidas a partir dos dados padronizados, foram utilizadas como medidas de dissimilaridades. No estudo de divergência genética, foram utilizados os métodos aglomerativos de Tocher e UPGMA, fundamentados na distância generalizada de Mahalanobis como medida de dissimilaridade.

Para tais análises, utilizou-se o aplicativo computacional em genética e estatística - GENES (Cruz, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise conjunta, avaliou-se primeiramente a homogeneidade das variâncias residuais dos experimentos (QMR), verificada pela razão entre o maior e menor quadrado médio residual dos ensaios, chegando-se aos seguintes valores: 4,82 para teor de óleo e 6,39 para teor de proteína. Segundo Pimentel-Gomes (1990), as variâncias são consideradas homogêneas quando a relação entre o maior e o menor QMR é menor que 7,0.

Os coeficientes de variação experimental foram baixos: 6,89 para teor de óleo e 2,73 para teor de proteína (Tabela 1), indicando boa precisão no controle das causas de variação de ordem sistemática dos ambientes experimentais, considerando os caracteres quantitativos muito influenciados pelo ambiente.

Os efeitos da interação genótipos (G) x ambientes (A) apresentaram significância a 1% de probabilidade pelo teste F, para teor de óleo na maioria dos ambientes e para teor de proteína em todos os ambientes estudados (Tabela 1).

O teor médio de óleo nos grãos, entre os ambientes, variou de 14,69 MS% (ambiente 8) a 19,52 MS% (ambiente 1), com média geral de 17,69 MS% (Tabela 2). O maior teor de óleo isolado foi obtido pelo genótipo UFV 16 com 21,35 MS% e, na média de todos os ambientes, o maior teor de óleo foi obtido pelo genótipo M-Soy 8001, 18,53 MS%. O menor teor de óleo isolado foi obtido pelo genótipo UFVS 2006 com 13,01 MS%, enquanto o genótipo PTN-Bio obteve o menor teor de óleo na média de todos os ambientes, 16,21 MS%.

Tabela 1- Análise de variância conjunta dos teores de óleo e de proteína (MS%) de 15 genótipos de soja avaliados em 13 ambientes

FV	GL	Quadrados Médios	
		Óleo (MS%)	Proteína (MS%)
Bloco/Amb	26	3.9305	5.6977
Genótipos (G)	14	8.0000**	137.6322**
Ambientes (A)	12	34.6780**	209.2263**
G x A	168	1.8781**	4.6192**
G/ A1	14	3.3696**	11.7260**
G/ A2	14	3.2027**	17.2563**
G/ A3	14	1.7218 ^{ns}	18.0909**
G/ A4	14	1.7487 ^{ns}	34.2533**
G/ A5	14	7.7681**	8.3148**
G/ A6	14	4.7069**	9.2848**
G/ A7	14	2.4180 ^{ns}	13.3743**
G/ A8	14	4.9547**	14.4274**
G/ A9	14	3.6028**	11.8895**
G/ A10	14	4.8528**	18.0219**
G/ A11	14	3.1670**	12.6486**
G/ A12	14	1.5492 ^{ns}	11.0879**
G/ A13	14	2.2588 ^{ns}	12.6865**
Resíduo	364	1.4842	1.2525
Média		17.69	40.98
CV (%)		6.89	2.73
<QMR/>QMR		4.82	6.39

** , * , †: Significativo a 1, 5 e 10% de probabilidade, pelo teste F. ^{ns}: Não significativo.

Observa-se na Tabela 3 que o teor médio de proteína nos grãos variou de 37,52 MS% (ambiente 1) a 44,11MS% (ambiente 6), com média geral entre os ambientes de 40,98 MS%. O maior teor de proteína observado foi obtido pelo genótipo PTN-Bio, com 50,98 MS%, que apresentou a maior média em todos os ambientes de 47,09 MS%. O menor teor de proteína isolado foi obtido pelo genótipo UFV 18 com 34,50 MS%, e o menor teor de proteína em todos os ambientes foi obtido pelo genótipo UFVS 2005 com 39,47 MS%.

As estimativas das médias dos genótipos, dos coeficientes de regressão, desvios da regressão e coeficiente de determinação dos cultivares e linhagens obtidas pelo método de Eberhart e Russell (1966) encontram-se na Tabela 4 (para teor de óleo) e na Tabela 5 (para teor de proteína).

Para teor de óleo, os genótipos M-Soy 8001, Garantia, Sambaíba, UFV16 e UFVS 2005 apresentaram média elevada (superior à média geral). Esses genótipos, por essa metodologia, possuem ampla adaptabilidade, pois apresentam coeficientes de regressão estatisticamente igual a um. Entretanto,

apresentam desvios da regressão significativos, ou seja, são de baixa estabilidade.

O genótipo Splendor apresentou elevada média de óleo e coeficiente de regressão significativamente <1, classificado de adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis. Este apresentou também alta estabilidade, visto que o desvio da regressão foi não significativo.

Tabela 4– Teor de óleo médio (MS%), estimativas dos coeficientes de regressão ($\hat{\beta}_i$), dos desvios da regressão ($\hat{\sigma}_{di}^2$) e coeficiente de determinação (R^2) de 15 genótipos de soja, pelo método de Eberhart e Russell (1966), cultivados em 13 ambientes

Genótipos	Média	Eberhart e Russell		
		$\hat{\beta}_i$	$\hat{\sigma}_{di}^2$	R^2
M-Soy 8001	18,53	0,9297 ^{ns}	0,6630 ^{**}	69,49
Garantia	18,34	1,1112 ^{ns}	0,8854 ^{**}	73,19
Sambaíba	18,26	1,0009 ^{ns}	0,5691 [*]	74,18
UFV18	17,95	1,3392 ⁺⁺	0,0323 ^{ns}	91,22
UFV 16	17,87	1,1365 ^{ns}	0,4188 [*]	81,18
UFVS 2005	17,81	0,8954 ^{ns}	0,4054 [*]	73,10
Splendor	17,77	0,7544 ⁺	-0,1500 ^{ns}	83,44
UFVS 2006	17,75	1,2714 ⁺	0,7738 ^{**}	79,54
Nambu	17,65	1,0612 ^{ns}	0,0761 ^{ns}	85,76
Elite	17,64	0,6852 ⁺⁺	0,1658 ^{ns}	68,44
Vencedora	17,55	0,7333 ⁺	0,7839 ^{**}	56,20
M-Soy 8400	17,51	1,0006 ^{ns}	0,1088 ^{ns}	83,50
UFVTN 102	17,47	1,0816 ^{ns}	0,2116 ^{ns}	83,48
Conquista	17,07	1,0481 ^{ns}	0,0288 ^{ns}	86,49
PTN-Bio	16,21	0,9515 ^{ns}	0,3280 ^{ns}	77,05
Média geral	17,69			

⁺ e ⁺⁺ = significativamente diferente de 1, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t; ^{*} e ^{**} = significativamente maior que 0, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ^{ns} = não-significativo (P>0,05).

Os genótipos UFV 18 e UFVS 2006 apresentaram elevada média de óleo e coeficiente de regressão significativamente >1, sendo classificados de adaptabilidade específica a ambientes favoráveis. Entretanto, o UFV 18 apresentou alta estabilidade (desvio da regressão não significativo) e o UFVS 2006, baixa estabilidade (desvio da regressão significativo).

Para teor de proteína, o genótipo Splendor apresentou média elevada (superior a média geral), coeficiente de regressão estatisticamente igual a 1 e desvio da regressão não significativo. Portanto, por essa metodologia foi classificado de adaptabilidade geral e alta estabilidade ou previsibilidade.

Tabela 5– Teor de proteína médio (MS%), estimativas dos coeficientes de regressão ($\hat{\beta}_i$), dos desvios da regressão ($\hat{\sigma}_{di}^2$) e coeficiente de determinação (R^2) de 15 genótipos de soja, pelo método de Eberhart e Russell (1966), cultivados em 13 ambientes

Genótipos	Média	Eberhart e Russell		
		$\hat{\beta}_i$	$\hat{\sigma}_{di}^2$	R^2
PTN-Bio	47,09	0,9571 ^{ns}	1,9996**	65,78
UFVTN 102	42,46	0,6263 ⁺⁺	0,6866**	64,31
Garantia	41,81	1,1573 ^{ns}	0,4265 *	88,95
Splendor	41,27	0,9032 ^{ns}	0,2521 ^{ns}	86,07
Conquista	40,99	0,7260 ⁺⁺	0,5951**	72,53
Vencedora	40,75	1,2478 ⁺⁺	0,7682**	86,95
Elite	40,65	1,1757 ⁺	1,3791**	79,60
M-Soy 8400	40,29	0,7233 ⁺⁺	2,2573**	49,80
UFVS 2006	40,20	0,9425 ^{ns}	0,8783**	77,66
UFV 16	40,19	1,0047 ^{ns}	1,5409**	72,33
Sambaiba	40,14	1,0263 ^{ns}	0,6894**	82,84
Nambu	39,93	1,2119 ⁺	0,4049 *	90,06
UFV18	39,93	1,3240 ⁺⁺	1,0011**	86,24
M-Soy 8001	39,56	0,8034 ⁺	0,7473**	73,76
UFVS 2005	39,47	1,1705 ⁺	0,3746 *	89,77
Média geral	40,98			

⁺ e ⁺⁺ = significativamente diferente de 1, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t; * e ** = significativamente maior que 0, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ^{ns} = não-significativo (P>0,05).

Os genótipos PTN-Bio e Garantia apresentaram elevada média de proteína. Por essa metodologia, os dois possuem ampla adaptabilidade, pois apresentam coeficientes de regressão estatisticamente igual a 1. Entretanto, apresentaram desvios da regressão significativos, ou seja, são de baixa estabilidade.

O genótipo UFVTN 102 apresentou a segunda maior média de proteína e coeficiente de regressão significativamente <1, classificado como sendo de adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis porém apresentou baixa estabilidade, visto que o desvio da regressão foi significativo.

No método proposto por Annicchiarico (1992), a estabilidade é medida pela superioridade do genótipo em relação à média de cada ambiente. O método baseia-se na estimação de um índice de confiança de um determinado genótipo mostrar comportamento relativamente superior.

Com base no índice de confiança ou de recomendação para teor de óleo nos grãos (Tabela 6), podem-se indicar os genótipos M-Soy 8001 e Garantia como os mais estáveis e adaptados, considerando seu comportamento em todos os ambientes. Nos ambientes favoráveis (Tabela 8), os genótipos

Garantia e UFV 18 apresentaram-se estáveis e adaptados. Nos ambientes classificados como desfavoráveis, os genótipos mais adaptados e estáveis foram: M-Soy 8001 e Splendor.

A correlação fenotípica entre o teor de óleo e de proteína, considerando o estudo dos 15 genótipos nos 13 ambientes, foi negativa (-0,75). A correlação destes caracteres dentro de cada ambiente pode ser verificada na Tabela 4. Apesar de a correlação ser negativa na grande maioria dos ambientes, foi significativa em apenas seis deles.

Tabela 2 – Médias de teor de óleo nos grãos (MS%) de 15 genótipos de soja cultivados em 13 ambientes diferentes, e grupos de genótipos estabelecidos pelo método de otimização Tocher, com uso da distância generalizada de Mahalanobis*

Genótipos/Ambientes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Médias	Grupo
M-Soy 8001	19,19	20,08	18,33	16,98	18,81	18,63	15,80	14,33	20,21	20,70	20,33	19,23	18,26	18,53	5
Garantia	20,37	20,42	19,64	17,53	15,21	20,12	13,73	16,90	19,46	20,74	17,01	19,19	18,17	18,35	1
Sambaiba	19,60	19,43	19,40	17,78	16,16	19,67	14,19	16,91	22,17	17,89	17,68	18,47	17,96	18,25	1
UFV18	20,06	20,79	19,32	16,47	15,53	17,26	13,54	15,12	21,11	20,18	17,55	18,62	17,75	17,95	1
UFV 16	21,35	20,68	18,27	15,77	18,17	17,39	15,02	13,91	19,82	17,89	17,42	18,71	17,85	17,87	1
UFVS 2005	20,34	18,33	19,02	17,79	15,74	19,18	16,40	14,36	19,23	19,71	16,60	18,17	16,62	17,81	3
Splendor	19,19	19,44	17,98	17,37	18,10	17,18	14,86	15,88	19,93	18,03	17,75	18,24	17,08	17,77	1
UFVS 2006	20,33	20,50	18,95	17,54	18,00	19,10	14,43	13,01	21,33	16,45	17,13	17,79	16,24	17,75	4
Nambu	20,27	20,00	19,12	16,82	15,38	18,44	14,68	15,38	19,02	18,97	16,22	18,83	16,26	17,65	1
Elite	17,66	20,18	18,23	18,01	17,28	18,00	15,60	15,36	18,99	18,29	15,79	18,51	17,41	17,64	1
Vencedora	20,19	19,19	18,84	15,99	19,11	17,33	15,76	14,84	18,41	18,53	17,51	16,58	15,91	17,55	3
M-Soy 8400	19,07	18,67	19,19	15,81	15,24	18,94	14,37	14,90	18,96	18,67	16,86	19,25	17,68	17,51	1
UFVTN 102	18,95	19,48	17,40	16,53	16,34	17,14	14,87	13,11	20,76	17,80	18,04	18,26	18,37	17,47	1
Conquista	18,83	17,58	17,72	17,16	15,42	18,13	13,56	13,32	19,14	18,29	18,00	18,32	16,42	17,07	2
PTN-Bio	17,43	17,72	17,21	16,11	13,57	15,17	13,65	13,05	18,67	16,87	17,70	17,37	16,15	16,21	2
Médias	19,52	19,50	18,57	16,91	16,54	18,11	14,70	14,69	19,81	18,60	17,44	18,37	17,21	17,69	
CV (%)	7,78	3,92	5,88	5,22	8,08	5,23	7,02	9,59	4,48	6,60	5,69	7,05	7,58		

* DMS Tukey a 5% de probabilidade entre épocas de plantio dentro de genótipos = 3,30 e entre genótipos dentro de ambientes = 3,38.

Tabela 3 – Médias de teor de proteína nos grãos (MS%) de 15 genótipos de soja cultivados em 13 ambientes diferentes, e grupos de genótipos estabelecidos pelo método de otimização Tocher, com uso da distância generalizada de Mahalanobis*

Genótipos/Ambientes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Médias	Grupo
PTN-Bio	42,84	44,27	43,51	50,98	45,65	48,94	45,26	47,97	48,66	48,76	47,01	48,81	49,51	47,09	2
UFVTN 102	38,95	39,44	42,19	43,25	42,51	43,39	42,52	42,91	44,54	41,61	43,19	42,78	44,72	42,46	1
Garantia	38,32	38,28	36,50	41,74	41,71	44,49	41,02	44,44	43,35	43,04	42,25	43,62	44,81	41,81	1
Splendor	36,88	38,41	39,23	40,02	43,15	43,27	41,19	42,62	42,71	40,80	41,77	43,39	43,07	41,27	1
Conquista	39,34	39,69	38,41	39,07	40,94	45,04	39,73	40,91	42,98	40,71	41,53	41,85	42,64	40,99	1
Vencedora	35,21	37,87	37,30	39,95	41,06	44,48	38,51	40,87	43,70	43,23	40,84	44,04	42,67	40,75	1
Elite	36,76	36,71	37,35	38,30	44,00	45,63	40,90	41,88	41,90	39,41	40,35	43,45	41,76	40,65	1
M-Soy 8400	38,92	39,18	36,20	43,11	39,63	42,39	36,67	40,21	42,99	41,59	39,74	41,24	41,95	40,29	1
UFVS 2006	36,22	37,26	39,11	39,02	41,14	43,31	39,19	39,38	41,45	38,98	40,72	43,18	43,70	40,20	1
UFV 16	35,31	35,90	38,37	43,59	41,32	43,06	40,25	40,30	41,81	39,53	39,17	41,23	42,65	40,19	1
Sambaiba	36,35	36,98	36,48	38,31	42,16	43,39	40,81	42,62	40,78	39,44	40,35	42,34	41,81	40,14	1
Nambu	36,28	35,03	36,04	38,27	40,73	43,17	40,61	42,01	41,86	40,76	39,01	42,69	42,59	39,93	1
UFV18	36,86	34,50	35,04	39,81	42,30	45,48	39,98	41,70	40,36	39,16	39,57	42,55	41,73	39,93	1
M-Soy 8001	38,32	36,21	37,09	39,29	38,96	41,41	37,22	39,34	42,61	40,59	39,66	41,32	42,22	39,56	1
UFVS 2005	36,25	36,01	34,56	38,21	41,05	44,14	38,38	40,67	41,25	41,14	39,58	40,71	41,12	39,47	1
Médias	37,52	37,72	37,83	40,86	41,75	44,11	40,15	41,86	42,73	41,25	40,98	42,88	43,13	40,98	
CV (%)	3,29	2,78	3,10	4,28	2,15	1,57	2,02	2,35	2,38	3,65	2,34	2,53	2,23		

* DMS Tukey a 5% de probabilidade entre épocas de plantio dentro de genótipos = 3,03 e entre genótipos dentro de ambientes = 3,10.

Tabela 4 – Correlação fenotípica dos teores (MS%) de óleo e proteína nos grãos de genótipos de soja em 13 ambientes diferentes

Ambientes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Óleo x Prot.	-0.71**	-0.69**	-0.83**	-0.61*	-0,34	-0.58*	-0,42	0,11	-0,47	-0,14	0,14	-0.55*	-0,20

*, ** : Significativo a 1 e 5% de probabilidade, pelo teste t.

Tabela 6– Médias do teor de óleo (MS%) e índice de confiança (*Wi*) geral e nos ambientes favoráveis e desfavoráveis de genótipos de soja, pelo método de Annicchiarico (1992), em 13 ambientes distintos^{1/}

Genótipos	Geral		Favorável		Desfavorável	
	Média	<i>Wi</i>	Média	<i>Wi</i>	Média	<i>Wi</i>
M-Soy 8001	18,53	103,2	19,48	101,8	17,42	105,0
Garantia	18,34	101,8	19,99	104,5	16,42	98,8
Sambaíba	18,26	101,6	19,52	101,6	16,78	101,6
UFV18	17,95	99,8	19,62	102,4	15,99	97,1
UFV 16	17,87	99,4	19,16	99,7	16,36	98,9
UFVS 2005	17,81	99,3	19,14	99,9	16,25	98,4
Splendor	17,77	99,5	18,57	97,5	16,84	102,6
UFVS 2006	17,75	98,3	19,21	99,6	16,06	96,7
Nambu	17,65	98,6	19,24	101,0	15,79	96,1
Elite	17,64	98,5	18,55	96,9	16,58	100,6
Vencedora	17,55	97,6	18,44	96,1	16,52	99,5
M-Soy 8400	17,51	97,8	18,96	99,2	15,81	96,2
UFVTN 102	17,47	97,3	18,54	96,8	16,21	97,9
Conquista	17,07	95,3	18,29	95,8	15,65	94,7
PTN-Bio	16,21	90,2	17,21	89,9	15,04	90,6

^{1/} Alfa = 0,25; Z(1-alfa) = 0,2734.

Tabela 7- Descrição dos ambientes onde foram avaliados os 15 genótipos de soja, média do teor de óleo e classificação pelo método de Annicchiarico (1992)

Ambiente	Descrição	Média	Classificação
1	Viçosa x época 1 (03/12/2004)	19,52	Favorável
2	Viçosa x época 2 (17/12/2004)	19,50	Favorável
3	Viçosa x época 3 (03/01/2005)	18,57	Favorável
4	Viçosa x época 4 (17/01/2005)	16,91	Desfavorável
5	Frutal x época 1 (14/11/2005)x Solo arenoso	16,54	Desfavorável
6	Frutal x época 2 (02/12/2005)x Solo arenoso	18,11	Favorável
7	Frutal x época 1 (14/11/2005)x Solo argiloso	14,70	Desfavorável
8	Frutal x época 2 (02/12/2005)x Solo argiloso	14,69	Desfavorável
9	Pindorama x época 1 (03/11/2006)	19,81	Favorável
10	Pindorama x época 2 (20/11/2006)	18,60	Favorável
11	Pindorama x época 3 (07/12/2006)	17,44	Desfavorável
12	Pindorama x época 4 (23/12/2006)	18,37	Favorável
13	Pindorama x época 5 (09/01/2007)	17,21	Desfavorável

Com base no índice de confiança ou de recomendação para teor de proteína nos grãos (Tabela 8), podem-se indicar os genótipos PTN-Bio e UFVTN 102 como os mais estáveis e adaptados, considerando seu comportamento em todos os ambientes e nos ambientes classificados como desfavoráveis (Tabela 9). Nos ambientes favoráveis, os genótipos PTN-Bio e Garantia apresentaram-se estáveis e adaptados.

Tabela 8– Médias do teor de proteína (MS%) e índice de confiança (*Wi*) geral e nos ambientes favoráveis e desfavoráveis de genótipos de soja, pelo método de Annicchiarico (1992), em 13 ambientes distintos^{1/}

Genótipos	Geral		Favorável		Desfavorável	
	Média	<i>Wi</i>	Média	<i>Wi</i>	Média	<i>Wi</i>
PTN-Bio	47,09	113,9	48,16	113,1	45,37	115,5
UFVTN 102	42,46	102,8	43,21	101,4	41,27	105,5
Garantia	41,81	101,4	43,47	102,1	39,17	100,2
Splendor	41,27	100,2	42,60	100,2	39,14	100,2
Conquista	40,99	99,3	42,07	98,9	39,25	100,1
Vencedora	40,75	98,6	42,61	100,0	37,77	96,6
Elite	40,65	98,3	42,30	99,0	38,00	97,1
M-Soy 8400	40,29	97,3	41,22	96,8	38,82	98,3
UFVS 2006	40,20	97,4	41,48	97,2	38,16	97,5
UFV 16	40,19	97,2	41,14	96,8	38,68	98,1
Sambaíba	40,14	97,3	41,61	97,7	37,78	96,6
Nambu	39,93	96,7	41,60	97,8	37,25	95,0
UFV18	39,93	96,4	41,61	97,4	37,24	94,9
M-Soy 8001	39,56	95,8	40,76	95,6	37,63	96,1
UFVS 2005	39,47	95,6	41,21	96,8	36,68	93,9

^{1/} Alfa = 0,25; Z(1-alfa) = 0,2734.

Tabela 9- Descrição dos ambientes onde foram avaliados os 15 genótipos de soja, média do teor de proteína e classificação pelo método de Annicchiarico (1992)

Ambiente	Descrição	Média	Classificação
1	Viçosa x época 1 (03/12/2004)	37,52	Desfavorável
2	Viçosa x época 2 (17/12/2004)	37,72	Desfavorável
3	Viçosa x época 3 (03/01/2005)	37,83	Desfavorável
4	Viçosa x época 4 (17/01/2005)	40,86	Desfavorável
5	Frutal x época 1 (14/11/2005)x Solo arenoso	41,75	Favorável
6	Frutal x época 2 (02/12/2005)x Solo arenoso	44,11	Favorável
7	Frutal x época 1 (14/11/2005)x Solo argiloso	40,15	Desfavorável
8	Frutal x época 2 (02/12/2005)x Solo argiloso	41,86	Favorável
9	Pindorama x época 1 (03/11/2006)	42,74	Favorável
10	Pindorama x época 2 (20/11/2006)	41,25	Favorável
11	Pindorama x época 3 (07/12/2006)	40,98	Favorável
12	Pindorama x época 4 (23/12/2006)	42,88	Favorável
13	Pindorama x época 5 (09/01/2007)	43,13	Favorável

Comparando a classificação da estabilidade fenotípica dos genótipos obtida pela metodologia proposta por Eberhart e Russell (1966) com classificação obtida pela metodologia de Annicchiarico (1992), observou-se que os três melhores genótipos, para teor de óleo (M-Soy 8001, Garantia e Sambaíba), indicados pela metodologia de Eberhart e Russell (1966) como de adaptabilidade ampla, porém, de baixa estabilidade, coincidem com a classificação obtida pela metodologia de Annicchiarico (1992), onde foram classificados como mais adaptados e também estáveis considerando seu

comportamento em todos os ambientes. Por esta metodologia, o genótipo Garantia se destaca nos ambientes classificados como favoráveis e o M-Soy 8001 nos ambientes desfavoráveis, enquanto, pela metodologia de Eberhart e Russell (1966), os destaques para estes ambientes, respectivamente, foram os genótipos UFV 18 e Splendor.

Para o teor de proteína, observou-se que pela metodologia de Eberhart e Russell (1966), o genótipo Splendor foi indicado como de adaptabilidade ampla e alta estabilidade, não coincidindo esta classificação com a obtida pela metodologia de Annicchiarico (1992), em que o genótipo PTN-Bio foi classificado como mais adaptado e estável, considerando seu comportamento em todos os ambientes e em ambientes favoráveis ou desfavoráveis.

O agrupamento das cultivares pelo método de Tocher foi realizado, utilizando-se as distâncias genéticas de Mahalanobis (D^2) entre os pares de cultivares. Este método tem como princípio manter a homogeneidade dentro e a heterogeneidade entre os grupos e possibilitou a reunião das cultivares em cinco grupos distintos para teor de óleo (Tabela 2) No dendograma gerado pelo método de agrupamento UPGMA, realizando um corte em aproximadamente 47% da distância, foi possível formar oito grupos (Figura 1). A cultivar M-Soy 8001 formou um grupo isolado em ambas as metodologias.

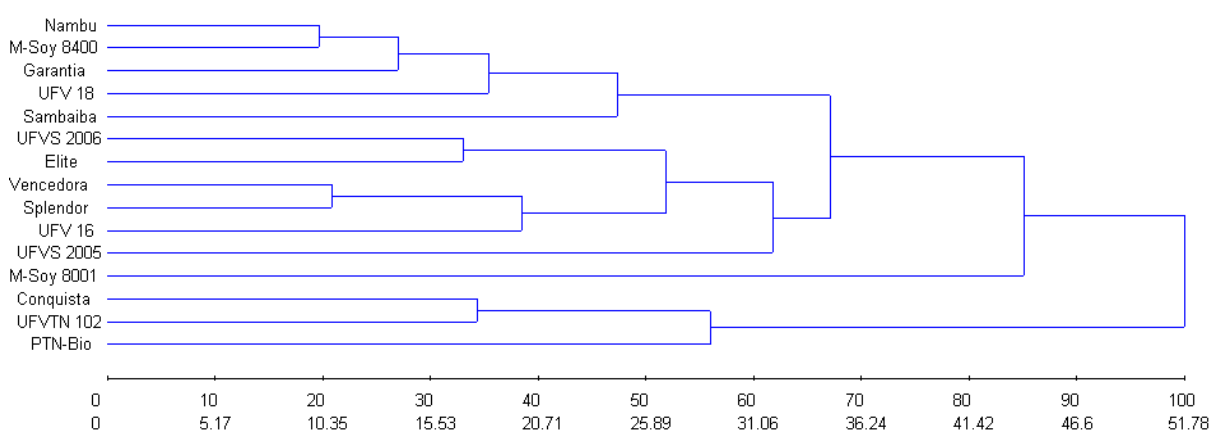


Figura 1- Dendrograma obtido pelo método de agrupamento UPGMA, para teor de óleo constituído a partir das distâncias de Mahalanobis (D^2).

Em ambos os métodos de agrupamento, apenas dois grupos foram formados para teor de proteína, como pode ser observado na Tabela 3 e na Figura 2, sendo que, neste caso, 14 genótipos formaram juntos um grupo, e o

genótipo PTN-Bio se destacou, constituindo um grupo separado, mostrando a dissimilaridade deste genótipo em relação aos demais para esta característica.

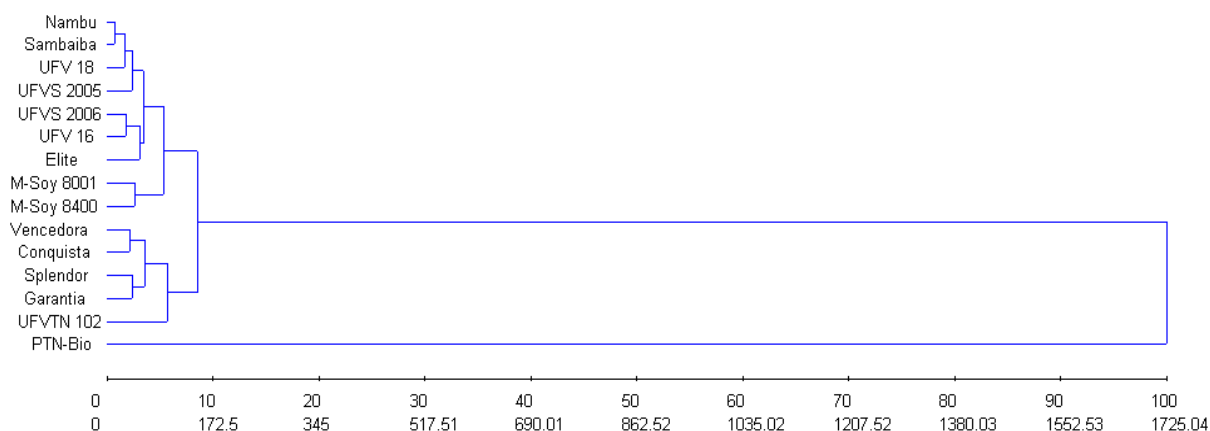


Figura 2- Dendrograma obtido pelo método de agrupamento UPGMA, para teor de proteína constituído a partir das distâncias de Mahalanobis (D^2).

CONCLUSÕES

Pela análise de regressão proposta por Eberhart e Russell (1966), os genótipos M-Soy 8001, Garantia, Sambaíba, UFV 16 e UFVS 2005 foram classificados como de ampla adaptabilidade e baixa estabilidade para teor de óleo. Para teor de proteína, os genótipos PTN-Bio e Garantia foram classificados da mesma forma, já o Splendor foi classificado como de ampla adaptabilidade e alta estabilidade.

Com base no método de Annicchiarico (1992), foram selecionados, como mais estáveis e adaptados, os genótipos M-Soy 8001 e Garantia, para teor de óleo e os genótipos PTN-Bio e UFVTN 102, para teor de proteína.

Os teores de óleo e de proteína apresentaram correlação fenotípica significativamente negativa em seis ambientes estudados.

O genótipo M-Soy 8001 formou um grupo isolado para teor de óleo no agrupamento pelos métodos de Tocher e UPGMA, enquanto para proteína, ambos evidenciaram a dissimilaridade do PTN-Bio em relação aos demais genótipos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. *Journal of Genetics and Breeding*, v. 46, n. 1, p. 269-278, 1992.

BARROS, H. B. **Adaptabilidade e estabilidade de soja por métodos paramétricos e não-paramétricos**. Viçosa, 2007. 82p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa.

CRUZ, C.D. **Programa GENES - aplicativo computacional em genética e estatística**, Viçosa, MG: UFV, 2001, 542p,

CRUZ, C. D.; TORRES, R. A.; VENCOVSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 12, p. 567-580, 1989.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. v. 2, Editora UFV. Viçosa-MG, 2003. 585p

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Editora UFV. Viçosa-MG, 1997. 390p.

DUDLEY, J.W. Comparison of genetic distance estimators using molecular marker data. In: SYMPOSIUM ANALYSIS OF MOLECULAR DATA, 2., 1994, Corvallis. **Proceedings**. Corvallis: American Society for Horticultural Science; Crop Science Society of America, 1994. p.3-7.

ELIAS, H.T.; VIDIGAL, M.C.G.; GONELA, A.; VOG, G.A. Variabilidade genética em germoplasma tradicional de feijão-preto em Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.10, p.1443- 1449, 2007.

EMYGDIO, B.M.; ANTUNES, I.F.; CHOER, E.; NEDEL, J.L. Eficiência de coeficientes de similaridade em genótipos de feijão mediante marcadores RAPD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, p.243- 250, 2003.

EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, v.6, n.1, p.36-40, 1966.

FERREIRA, D.F. **Métodos de avaliação da divergência genética em milho e suas relações com os cruzamentos dialélicos**. 1993. 72p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1993.

FINLAY, K. W.; WILKINSON, G. N. The analysis of adaptation in plant-breeding programme. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v.14, n.5, p.742-754, 1963.

FREEMAN, G. H.; PERKINS, J. M. Environmental and genotype-environmental components of variability. VIII. Relations between genotypes grown in different environments and measures of these environments. **Heredity**, v. 27, p. 15-23, 1971.

GHADERI, A.; ADAMS, M.W.; NASSIB, A.M. Relationship between genetic distance and heterosis for yield and morphological traits in dry edible bean and fava bean. **Crop Science**, v.14, p.24-27, 1984.

LIN, C. S.; BINNS, M. R.; LEFKOVITCH, L. P. Stability analysis: Where do we stand? **Crop Science**, Madison, v.26, p.894-900, 1986.

LIN, C.S.; BINNS, M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivars x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, v.68, n.1, p.193-198, 1988.

PERKINS, J. M.; JINKS, J. L. Environmental and genotype-environmental components of variability. III. Multiple lines and crosses. **Heredity**, Oxford, v. 23, p. 339-356, 1968.

PEIXOTO, N.; BRAZ, L.T.; BANZATTO, D.A.; MORAES, E.A.; MOREIRA, F.M. Características agronômicas, produtividade, qualidade de vagens e divergência genética em feijão-vagem de crescimento indeterminado. **Horticultura Brasileira**, v.20, p.447- 451, 2002.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13.ed. Piracicaba – SP: Nobel. 1990, 468p.

PLAISTED, R. L.; PETERSON, L. C. A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations or seasons. **American Potato Journal**, Orono, v.36, p.381-385, 1959.

PRADO, E.E.P.; HIRIMOTO, D.M.; GODINHO, V.P.C.; UTUMI, M.M.; RAMALHO, A.R. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em cinco épocas de plantio no cerrado de Rondônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.4, p.625-635, 2001.

ROCHA, R.B.; MURO-ABAD, J.I.; ARAUJO, E.F.; CRUZ, C.D. Avaliação do método centróide para estudo de adaptabilidade ao ambiente de clones de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, n.3, p.255-266, 2005.

SANTOS, V.S. **Seleção de pré-cultivares de soja baseada em índices**. 2005. 104p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: Editora UFV, 2002. 235p.

SILVA, J. G. C.; BARRETO, J. N. An application of segmented linear regression to the study of genotype x environment interaction. **Biometrics**, Washington, v. 41, n. 4, p. 1093, 1986.

TAI, G. C. C. Genotype stability analysis and its a application to potato regional trials. **Crop Science**, Madison, v. 11, p. 184-190, 1971.

VERMA, M. M.; CHAHAL, G. S.; MURTY, B. R. Limitations of conventional regression analysis: a proposed modification. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 53, p. 89-91, 1978.

WRICKE, G. Zur Berechnung der Ökovalenz bei Sommerweizen und Hafer. **Zeitschrift für Pflanzenzüchtung**, Berlin, v. 52, p. 127-138, 1965.