



**IGOR OLIVERI SOARES**

**HOMEOSTASE DE CULTIVARES DE SOJA  
EM DIFERENTES AMBIENTES E  
DENSIDADES DE SEMEADURA**

**LAVRAS - MG  
2015**

**IGOR OLIVERI SOARES**

**HOMEOSTASE DE CULTIVARES DE SOJA EM DIFERENTES  
AMBIENTES E DENSIDADES DE SEMEADURA**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Lavras,  
como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em  
Agronomia/Fitotecnia, área de  
concentração em Produção Vegetal,  
para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Pedro Milanez de Rezende

Coorientador

Dr. Adriano Teodoro Bruzi

**LAVRAS – MG**

**2015**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Soares, Igor Oliveri.

Homeostase de cultivares de soja em diferentes ambientes e densidades de semeadura / Igor Oliveri Soares. – Lavras : UFLA, 2015.

76 p. : il.

Dissertação (mestrado acadêmico)–Universidade Federal de Lavras, 2015.

Orientador(a): Pedro Milanez de Rezende.

Bibliografia.

1. *Glycine max*. 2. Produtividade. 3. Adaptabilidade. 4. Estabilidade. 5. Interação genótipos x ambientes. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

**IGOR OLIVERI SOARES**

**HOMEOSTASE DE CULTIVARES DE SOJA EM DIFERENTES  
AMBIENTES E DENSIDADES DE SEMEADURA**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Lavras,  
como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em  
Agronomia/Fitotecnia, área de  
concentração em Produção Vegetal,  
para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 12 de fevereiro de 2015.

Dr Adriano Teodoro Bruzi UFLA

Dr. Flávia Barbosa Silva Botelho UFLA

Dr. Vanoli Fronza EMBRAPA

Dr. Pedro Milanez de Rezende

Orientador

**LAVRAS – MG  
2015**

*Aos meus pais, Antonio Celio e Maria José, pelo amor, carinho, compreensão, confiança e pela oportunidade que me foi dada.*

*Com todo amor, respeito, admiração e gratidão,*

**DEDICO.**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pois nem a folha de uma árvore cai se Ele não permitir.

A Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Agricultura, pela oportunidade concedida para realização do mestrado.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

Aos meus pais, Antonio Celio e Maria José pelo apoio incondicional e valores transmitidos.

A minha irmã Amanda, pela amizade e companheirismo.

Aos meus demais familiares, especialmente aos meus avós.

A minha namorada Lília, pelo carinho, compreensão e paciência.

Ao Professor Doutor Pedro Milanez de Rezende, pelos conselhos valorosos, orientação e prazerosa convivência desde a graduação.

Ao Professor Doutor Adriano Teodoro Bruzi pela amizade, total disponibilidade e ensinamentos que me acompanharão por toda a vida.

A EMBRAPA SOJA/EPAMIG pela gentileza em fornecer os dados, permitindo que este trabalho fosse possível.

Aos meus amigos, Grandão e Scheila pelos conselhos, dedicação e lealdade.

A todos os amigos/irmãos da Pesquisa Soja pela maravilhosa convivência e amizade, em especial Oswaldo, Felisberto, Zuffo, Ditão, Dentim e Kalado pelo companheirismo.

Aos companheiros do curso de agronomia que me acompanham desde a turma 2009/1.

Aos colegas do curso de pós-graduação em Fitotecnia pela prazerosa convivência.

Sem vocês esse sonho não seria possível.

## RESUMO

A soja é o principal produto do agronegócio brasileiro. No entanto, a cultura é altamente influenciada por fatores decorrentes do meio, como a densidade populacional e os fatores ambientais previsíveis e imprevisíveis. Com o aumento do cultivo da oleaginosa no estado de Minas Gerais, se faz necessário o estudo da adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em diferentes ambientes e densidades de semeadura. Com esse objetivo, foram conduzidos dois trabalhos distintos. O primeiro objetivou estudar o efeito de diferentes densidades de semeadura em caracteres agronômicos de soja, e identificar ainda cultivares com ampla adaptabilidade de cultivo para os diferentes ambientes e densidades de semeadura. Foram avaliadas 6 cultivares de soja, sob 4 diferentes densidades populacionais (100, 200, 300 e 400 mil plantas.ha<sup>-1</sup>), em 9 diferentes ambientes do estado de Minas Gerais. As cultivares BRSMG 760SRR e BRSMG 820RR apresentam melhor performance média para todos os ambiente e densidades de semeadura estudados. A população de 300 mil plantas.ha<sup>-1</sup> evidencia-se como a mais adequada ao cultivo de soja nos ambientes avaliados. Já o segundo trabalho teve como objetivo estudar a adaptabilidade e estabilidade, bem como a identificação de cultivares que contribuem menos para a interação G x A em Minas Gerais. Foram avaliadas 6 cultivares de soja em 36 ambientes distintos do estado, em delineamento de blocos casualizados com 3 repetições. Para as análises de adaptabilidade e estabilidade, foram utilizados os métodos de Wricke (1965) e Anicchiarico (1992). A interação foi decomposta de acordo com metodologia proposta por Cruz; Castoldi (1991). As cultivares BRSMG 820RR e BRSMG 760SRR apresentam ampla adaptabilidade e estabilidade. A cultivar BRSMG 820RR apresenta melhor índice de confiança e pequena contribuição para a interação.

Palavras-chave: *Glycine max*. Produtividade. Adaptabilidade. Estabilidade. Interação genótipos x ambientes.

## ABSTRACT

Soybeans are the main product of the Brazilian agriculture. However, this culture is highly influenced by factors from the environment, such as population density and predictable and unpredictable environmental factors. With the increase of soybean cultivation in the state of Minas Gerais, the study of adaptability and stability of soybean cultivars in different environments and plant densities are necessary. To this end, we conducted two separate studies. The first aimed to study the effect of different plant density in agronomic soybean characters, and identify cultivars with wide adaptability to different growing environments and seeding rates. Were evaluated six soybean cultivars under four different densities (100, 200, 300 and 400 000 plants.ha<sup>-1</sup>) in 9 different environments in the state of Minas Gerais. The BRSMG 760SRR and BRSMG 820RR cultivars have better average performance for all environment and studied seeding rates. The population of 300,000 plants.ha<sup>-1</sup> shows as the most suitable for soybean cultivation in the evaluated environments. The second work was to study the adaptability and stability, as well as the identification of cultivars that contribute less to the G x E interaction in Minas Gerais. Were evaluated six soybean cultivars in 36 different environments of the state, in a randomized block design with three replications. For the analysis of adaptability and stability, were used methods of Wricke (1965) and Anicchiarico (1992). The interaction was decomposed according to the methodology proposed by Cruz; Castoldi (1991). The BRSMG 820RR and BRSMG 760SRR cultivars show wide adaptability and stability. The cultivar BRSMG 820RR has better confidence index and small contribution to the interaction.

Keywords: *Glycine max*. Productivity. Adaptability. Stability. Genotype x environment interaction.



## SUMÁRIO

	<b>CAPÍTULO 1 - HOMEOSTASE DE CULTIVARES DE SOJA EM DIFERENTES AMBIENTES E DENSIDADES DE SEMEADURA .....</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1</b>	<b>A cultura da soja .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2</b>	<b>Interação genótipos x ambientes na cultura da soja.....</b>	<b>14</b>
<b>2.3</b>	<b>Importância da densidade de semeadura na cultura da soja .....</b>	<b>17</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>19</b>
	<b>CAPÍTULO 2 - INTERAÇÃO ENTRE CULTIVARES E DENSIDADES DE SEMEADURA EM SOJA .....</b>	<b>24</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>27</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>28</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>32</b>
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>44</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>48</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>49</b>
	<b>CAPÍTULO 3 - ESTABILIDADE E ADAPTABILIDADE DE CULTIVARES DE SOJA EM MINAS GERAIS.....</b>	<b>52</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>55</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>57</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>63</b>
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>66</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>68</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>69</b>
	<b>APÊNDICE .....</b>	<b>72</b>

## CAPÍTULO 1

### 1 INTRODUÇÃO

A soja é a principal fonte de divisas para o Brasil no setor agrícola. Estima-se que na safra 2014/2015, o Brasil produzirá aproximadamente 91 milhões de toneladas da oleaginosa, representando aproximadamente 45% da produção brasileira de grãos. As exportações do complexo soja correspondem a aproximadamente 11% do PIB brasileiro, sendo superadas somente por petróleo e minério, responsáveis respectivamente por 13 e 14% do PIB nacional (CONAB, 2014).

A cultura da soja é altamente influenciada pelo ambiente. Segundo Munsdstock e Thomas (2005), o crescimento e desenvolvimento da soja e, conseqüentemente, o rendimento de grãos resultam da interação entre as cultivares e os fatores decorrentes do meio, como a densidade populacional e os fatores ambientais previsíveis e imprevisíveis.

Devido à influência dos fatores ambientais na expressão fenotípica, espera-se que exista interação dos genótipos x ambientes, isto é, que o comportamento das diferentes linhagens e/ou cultivares não seja coincidente nos ambientes avaliados (RAMALHO et al., 2012).

A cultura da soja sofre influências diretas da densidade populacional, uma vez que esta interfere na competição inter e intraespecífica por recursos do solo, especialmente água e nutrientes, além de provocar mudanças morfofisiológicas nas plantas (ARGENTA et al., 2001). Dentre as mudanças destacam-se a altura de plantas, o número de ramos por planta, o comprimento dos ramos e o número de nós férteis; que são importantes componentes da produtividade.

Neste contexto, considerando o aumento do cultivo da oleaginosa no estado de Minas Gerais, se faz necessário o estudo da adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em diferentes ambientes e densidades de semeadura.

Pelo exposto, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes densidades de semeadura em caracteres agronômicos de soja, e identificar ainda estudar a adaptabilidade e estabilidade, bem como a identificação de cultivares que contribuem menos para a interação G x A em Minas Gerais.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 A cultura da soja**

No ano de 1882, Gustavo Dutra, professor da Escola de Agronomia da Bahia, trouxe a soja dos Estados Unidos e realizou em seu estado os primeiros estudos com adaptabilidade de cultivares. No entanto, os primeiros registros de cultivos comerciais datam dos anos de 1900 e 1901, em que o IAC (Instituto Agrônomo de Campinas), iniciou a distribuição de sementes de soja para alguns produtores paulistas. Também data deste período os primeiros registros de cultivos no Rio Grande do Sul, estado em que a soja encontrou as condições ideais para se desenvolver, devido às condições climáticas similares encontradas na região sul dos Estados Unidos (EMBRAPA, 2004).

Contudo, somente em 1960, a soja passou a ser cultivada como cultura economicamente importante para o Brasil. Vista como excelente alternativa para a sucessão de culturas com o trigo no sul do Brasil, a produção saltou de 206 mil toneladas, em 1960, para 1,056 milhão de toneladas, em 1969. O sucesso da cultura nos anos 60 continuou na década seguinte, permitindo que a soja se consolidasse como a principal cultura do agronegócio brasileiro, passando de 1,5 milhão de toneladas em 1970, para mais de 15 milhões de toneladas em 1979 (EMBRAPA, 2004).

Nas décadas de 1980 e 1990 registrou-se mais um crescimento expressivo, dessa vez na região tropical do Brasil. Na década de 70, apenas 2% da produção nacional de soja concentravam-se no centro-oeste. Já em 1980, esse percentual aumentou para 20%, em 1990 já era superior a 40% (EMBRAPA, 2004). No ano de 2013, 50% da soja brasileira foi produzida no centro-oeste, com tendências a ocupar maior espaço a cada nova safra. Esse cenário promoveu o estado do Mato Grosso à líder absoluto em produção e produtividade na cultura da soja, sendo responsável por aproximadamente 30% de toda a soja produzida no Brasil (CONAB, 2014).

Como um dos principais fatores responsáveis pelo crescimento da soja no Brasil, aponta-se o melhoramento de plantas, que tornou possível o desenvolvimento de cultivares adaptadas à diferentes regiões do Brasil, de modo a permitir sua expansão e hoje sua presença em todo o território nacional. A cultura da soja continua se expandindo para novos territórios do bioma Cerrado, criando uma nova fronteira agrícola chamada de Mapitoba – Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia, no Norte e Nordeste do país (FREITAS, 2011).

Atualmente a soja ocupa lugar de destaque no Brasil, com grandes áreas produtoras, altos níveis tecnológicos e alta produtividade, tornando o Brasil o segundo maior exportador deste produto, devido a sua grande importância na alimentação animal, na produção de biodiesel e em outros produtos (CONAB, 2014).

A revolução socioeconômica e tecnológica protagonizada pela soja no Brasil moderno é tão grande, que pode ser comparada à importância da cana de açúcar no Brasil Colônia e do café no Brasil Império, que em épocas diferentes, comandaram o comércio exterior do País. (EMBRAPA, 2004)

Segundo Brum et al. (2005), a soja foi uma das principais responsáveis pela introdução do conceito de agronegócio no país, não só por seu valor econômico, mas também pela necessidade empresarial de administração da atividade por parte dos produtores, fornecedores de insumos, processadores da matéria-prima e negociantes.

A soja se consolidou no Brasil moderno como a cultura mais explorada no país, se tornou o carro chefe da agricultura brasileira e vem levando o progresso e desenvolvimento nas diversas regiões de cultivo. Na safra 2012/2013, 53% das áreas nacionais destinadas à produção de grãos foram cultivadas com soja. O Brasil foi responsável por cerca de 31% e 40%, respectivamente, da produção e da exportação de soja em grãos no mundo. Na última safra, o Brasil exportou cerca 41,5 milhões toneladas de grãos (USDA, 2014).

Mais de 35 milhões de toneladas de soja colhidas em território nacional são destinadas à indústria esmagadora, que transforma em derivados, como farelo e óleo. O farelo de soja ocupa o segundo lugar nos produtos mais utilizados na elaboração de rações. Para 2014, estima-se que a indústria esmagadora produzirá um total de 28,2 milhões de toneladas de farelo de soja e 7,1 milhões de toneladas de óleo (ABIOVE, 2014).

Devido a sua grande importância econômica, o complexo soja brasileiro contribui para a geração de milhões de empregos de forma direta e indireta, sendo responsável por 5 milhões de postos de trabalho, o que representa atualmente cerca de 0,21 emprego por hectare de soja cultivado (FREITAS, 2011). A estimativa é que na safra 2014/2015 o Brasil atinja uma produção recorde de soja, podendo alcançar 91 milhões de toneladas. (CONAB, 2014).

## **2.2 Interação genótipos x ambientes na cultura da soja.**

O fenótipo de um indivíduo é influenciado pelo genótipo que é a constituição genética do mesmo, e pelo ambiente que pode ser definido como o conjunto das condições que afetam o crescimento e desenvolvimento do organismo. Dessa forma, o fenótipo (F) a ser obtido será o resultado da ação do genótipo (G) e do ambiente (A), ou seja,  $F = G + A$  (RAMALHO et al., 2012).

Entende-se por interação genótipos x ambientes o comportamento diferente de genótipos quando cultivados em ambientes distintos. A interação pode ser do tipo simples ou complexa (ALLARD; BRADSHAW, 1964). O crescimento e desenvolvimento da soja e, conseqüentemente, o rendimento de grãos resultam da interação entre as cultivares e fatores decorrentes do meio, como a sensibilidade ao fotoperíodo e à temperatura do ar que induzem o florescimento.

De acordo com Sedyama et al. (2009), a altitude também influencia no florescimento da soja. Cultivares têm seu ciclo prolongado com

temperaturas amenas em altas altitudes (>700 m), ou reduzido com temperaturas elevadas e altitudes baixas.

Ainda destacam-se como fatores ambientais determinantes para altas produtividades, a umidade, indispensável para o perfeito desenvolvimento da planta (CASAGRANDE, 2001) e também uma melhor distribuição do arranjo de plantas na área (PIRES et al., 2000).

Devido à influência dos fatores ambientais na expressão fenotípica, espera-se que exista interação dos genótipos x ambientes, isto é, que o comportamento das diferentes linhagens e/ou cultivares não seja coincidente nos ambientes avaliados (RAMALHO et al., 2012).

Na presença da interação é possível de se adotar três estratégias distintas, isto é, identificação de cultivares específicas para cada ambiente; realizar a estratificação ambiental em regiões as quais o componente da interação é minimizado; avaliação e identificação de cultivares com mais adaptabilidade/estabilidade fenotípica (PELUZIO et al., 2008).

O termo estabilidade é empregado para se referir à maior ou à menor habilidade de genótipos em se adaptarem a flutuações climáticas, ao longo de anos agrícolas, dentro de um dado local (RAMALHO et al., 2012).

Há vários conceitos de estabilidade na literatura (LIN et al., 1986). O primeiro refere-se à estabilidade biológica. Neste caso o genótipo apresenta resposta linear em relação às variações ambientais. O segundo conceito está relacionado à estabilidade agrônômica, isto é, existe resposta do genótipo às flutuações/variações ambientais existentes. Este tipo de estabilidade é desejado pelos melhoristas, pois devido ao estímulo ambiental os genótipos responsivos aumentam a impressão fenotípica do dado caráter. A estabilidade do tipo III está relacionada à previsibilidade de desempenho. Já a estabilidade do IV refere-se à interação genótipos x anos agrícolas (LIN; BINNS, 1988).

Existem diversos métodos para se estudar a estabilidade de cultivares (RAMALHO et al., 2012; CRUZ et al., 2004; KANG; GAUCH, 1996). Nesta revisão, maior ênfase será dada aos métodos da Ecovalência

(WRICKE, 1965) e Annicchiarico (1992). No método de Wricke é estimada a contribuição para a interação. É possível assim identificar cultivares que associem produtividade e a estabilidade agronômica. Através deste método é estimada a ecovalência de cada genótipo ( $W_k$ ) por meio da partição da soma de quadrados da interação linhagens/híbridos por ambientes, conforme expressão:

$$W_k = \sum_{l=1}^3 (ga_{kl})^2 = \sum_{l=1}^3 (\bar{y}_{kl} - \bar{y}_{k\bullet} - \bar{y}_{\bullet l} + \bar{y}_{\bullet\bullet})^2,$$

em que:

$\bar{y}_{kl}$  é a média ajustada da cultivar  $k$  no ambiente  $l$ ;

$\bar{y}_{k\bullet}$  é a média ajustada da cultivar  $k$  nos ambientes avaliados;

$\bar{y}_{\bullet l}$  é a média ajustada do ambiente  $l$ ;

$\bar{y}_{\bullet\bullet}$  é a média geral.

A contribuição relativa de cada cultivar para a interação cultivar por

ambientes é dada por:  $W_k (\%) = \frac{W_k}{\sum_k W_k} \times 100$ .

O método de Annicchiarico (1992) possui como estatística o índice de confiança (Ii), cujo resultado é expresso em porcentagem em relação à média dos ambientes analisados. O índice de confiança nos permite estimar qual o risco e se utilizar cada genótipo. Para se estimar o Índice de Confiança (Ii) de Annicchiarico (1992), utilizou-se o seguinte modelo:

$$I_i = \bar{Y}_i - Z_{(1-\alpha)} (\sigma_i)$$

em que:

$\bar{Y}_i$  é a média;

$Z_{(1-\alpha)}$  valor na distribuição normal estandardizada no qual a função de distribuição acumulada atinge o valor  $(1-\alpha)$ , com nível de significância pré-fixado pelo autor em 0,25;



$\sigma_i$  é o desvio padrão.

Vários trabalhos foram realizados visando estudar a adaptabilidade, a estabilidade e a interação de genótipos de soja em diferentes ambientes. Carvalho et al. (2002), Lima et al. (2008), Vasconcelos et al. (2010), Barros et al. (2012) e Marques et al. (2011) detectaram interação significativa entre cultivares x ambientes, evidenciando que o comportamento das cultivares não foi coincidente nos diferentes ambientes testados. Bueno et al. (2013), ressaltam ainda a influencia da interação genótipo x ambiente no incremento de teor de óleo, teor de proteína e rendimento de grãos.

### **2.3 Importância da densidade de semeadura na cultura da soja**

Há relatos na literatura de que a interação entre a planta, o ambiente de produção e o manejo definirão a produtividade de uma cultura. Altos rendimentos são obtidos quando o genótipo apresenta potencial produtivo e alta adaptabilidade, tudo isso aliado aos tratamentos culturais e manejos requeridos pela cultura (MAUAD et al., 2010).

Uma das mais importantes ferramentas de manejo é a densidade de semeadura, pois interfere diretamente na competição inter e intraespecífica por recursos do solo, especialmente água e nutrientes, além de provocar mudanças morfofisiológicas nas plantas (ARGENTA et al., 2001). Dentre as mudanças morfofisiológicas, destacam-se a altura de plantas, o número de ramos por planta, o comprimento dos ramos e o número de nós férteis; que são importantes componentes da produtividade.

Lima et al. (2012) ainda afirmam que o ajuste da densidade de semeadura é uma ferramenta importante na otimização do crescimento das plantas, ganho de biomassa e produção de grãos.

A soja apresenta alta plasticidade fenotípica, que pode ser definida como a capacidade da planta alterar sua morfologia e demais componentes de produtividade para se adequar às condições impostas pelo arranjo espacial

dos indivíduos (COOPERATIVE EXTENSION SERVICE AMES, 1994). Neste contexto fica evidente a necessidade de se estudar a interação entre as cultivares e densidade de semeadura.

Neste âmbito, Procópio et al. (2013) afirmam que o arranjo espacial de plantas afeta o aproveitamento de luz, água e nutrientes, podendo refletir na produção de fitomassa e na produtividade de grãos.

Avaliando diferentes cultivares de soja em três populações de plantas (250, 400 e 550 mil plantas.ha<sup>-1</sup>), Ludwig et al. (2011) observaram efeito significativo para população de plantas e para interação cultivares x população, com resultados superiores para a população de 550 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

Peluzio et al. (2010), testaram a influência de diferentes épocas e densidades de semeadura na produtividade de grãos de soja na região centro-sul do Estado do Tocantins, e encontraram resultados superiores nas densidades de 6 e 14 plantas por metro linear.

Com objetivo de avaliar o efeito da densidade de semeadura (10, 12, 14, 16 e 18 plantas por metro linear) nos componentes vegetativos na produção da cultura da soja, Mauad et al. (2010) não encontraram diferença significativa para produtividade, no entanto, concluíram que a altura e a inserção da primeira vagem em plantas de soja são maiores com o aumento do número de plantas na linha.

Estudando a influência de diferentes densidades de semeaduras e população de plantas na cultura da soja, Dutra et al. (2007) analisaram diferentes populações de plantas e concluíram que o efeito do genótipo influencia diretamente na resposta a diferentes populações. Ressaltam ainda que alguns aumentam o rendimento com uma menor população de plantas, outros reduzem seu rendimento com o aumento da densidade.

Tourino et al. (2002), testaram diferentes espaçamentos e densidades de semeadura no município de Lavras-MG, e afirmam que a produtividade da soja aumenta com a redução do espaçamento entre linhas aliado à redução da densidade de plantas nas linhas.

## REFERÊNCIAS

ABIOVE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS. **Coordenadoria de economia e estatística**. Disponível em: <<http://www.abiove.com.br>>. Acesso em: 18 fev 2014.

ALLARD, R. W.; BRADSHAW, A. D. Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, Madison, v. 4, n. 5, p. 503-508, 1964.

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

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; SANGOL, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado da-arte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.6, p.1075-1084, 2001.

BARROS, H. B.; SEDIYAMA, T ; FIDELIS, R. R. ; CAPONE, A. .Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja por meio de métodos uni e multivariado. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, p. 49-58, 2012.

BRUM, A. L.; HECK, C. R.; LEMES, C. L.; MÜLLER, P. K. A economia mundial da soja: impactos na cadeia produtiva da oleaginosa no Rio Grande do Sul 1970-2000. In: XLIII Congresso da Sober em Ribeirão Preto, 2005, Ribeirão Preto, São Paulo. **Anais ... Ribeirão Preto: Sober**, 2005.

BUENO, R. D.; BORGES, L. L.; ARRUDA, K. M. A.; BEHRING, L. L.; BARROS, E. G.; MOREIRA, M. A. Genetic parameters and genotype x environment interaction for productivity, oil and protein content in soybean. **African Journal of Agricultural Research**, v. 8 p. 4853-4859, 2013

CARVALHO, C. G. P. de; ARIAS, C. A. A.; TOLEDO, J. F. F. de; ALMEIDA, L. A. de; KIIHL, R. A. S.; OLIVEIRA, M. F. de. Interação genótipo x ambiente no desempenho produtivo da soja no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 7, p. 989-1000, 2002.

CASAGRANDE, E.C. et al. Expressão gênica diferencial durante déficit hídrico em soja. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.13, n.2, p.168-184. 2001.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Safra grãos**. Brasília, 2014. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 21 ago. 2014.

COOPERATIVE EXTENSION SERVICE AMES. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1994. 20 p.

CRUZ, C.D.; CASTOLDI, F.L. Decomposição da interação genótipos x ambientes em partes simples e complexa. **Revista Ceres**, v.38, p.422-430, 1991.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. Ed. Viçosa: Editora UFV, 2004. 480 p.

DUTRA, L. M. C.; et al. População de plantas em soja. In. Reunião De Pesquisa De Soja Da Região Sul, 35., 2007, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2007, p. 95.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja: região Central do Brasil, 2003**. Londrina, 2004. 239p.

FREITAS, M. C. M. A CULTURA DA SOJA NO BRASIL: O crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.7, n.12; 2011.

KANG, M. S.; GAUCH Jr., H. G. **Genotype by environment interaction**. New York: CRC Press, 1996. 416 p.

LIMA, S. F.; ALVAREZ, R. C. F.; THEODORO, G. F.; BAVARESCO, M.; SILVA, K. S. Efeito da semeadura em linhas cruzadas sobre a produtividade de grãos e a severidade da ferrugem asiática da soja. **Biosci. J.** Uberlândia, v. 28, n. 6, p. 954-962, 2012.

LIMA, W. F.; PÍPOLO, A. E.; MOREIRA, J. U. V.; CARVALHO, C. G. P.; PRETE, C. E. C.; ARIAS, C. A. A.; OLIVEIRA, M. F.; SOUZA, G. E.; TOLEDO, J. F. F. Interação genótipo-ambiente da soja convencional e transgênica resistente a glifosato, no Estado do Paraná, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 729-736, 2008.

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

LIN, C. S.; BINNS, M. R.; LEFROVITCH, L. P. Stability Analysis: Where Do We Stand? **Crop Science**, Madison, v. 26, n. 5, p. 894-899, 1986.

LUDWIG, M. P.; DUTRA, L. M. C.; LUCCA FILHO, O. A.; ZABOT, L.; JAUER, A.; UHRY, D. Populações de plantas na cultura da soja em cultivares convencionais e Roundup Ready™. **Revista Ceres**, v. 58, p. 305-313, 2011.

MARQUES, M. C.; HAMAWAKI, O. T.; SEDIYAMA, T.; BUENO, M. R.; CRUZ, C. D.; REIS, M. S.; NOGUEIRA, A. P. O. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja em diferentes épocas de semeadura. **Bioscience Journal** (UFU. Impresso), v. 27, p. 59-69, 2011.

MAUAD, M.; SILVA, T. L. B.; NETO, A. I. de A.; ABREU, V. G. Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Agrarian** (Dourados. Online), v. 3, p. 175-181, 2010.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. **Soja: Fatores que afetam o crescimento e o rendimento dos grãos**. UFRGS, Departamento de plantas de Lavoura da universidade do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005. 31p.

PELUZIO, J. M. et al. Análise de regressão e componentes principais para estudo da adaptabilidade e estabilidade em soja. **Scientia Agrária**, v. 09, n. 04, p. 455-462, 2008.

PELUZIO, J. M. ; VAZ DE MELO, A. ; COLOMBO, G A ; SILVA, R.R. ; AFERRI, Flavio Ferreira ; PIRES, L P M ; BARROS, H. B. ; BARROS, H. B. . Efeito da época e densidade de semeadura na produtividade de grãos de soja na Região Centro-Sul do estado do Tocantins. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia** (Impresso), v. 3, p. 145-153, 2010.

PIRES, J.L.F. et al. Efeito de populações e espaçamentos sobre o potencial de rendimento da soja durante a ontogenia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.8, p.1541-1547, 2000.

PROCÓPIO, S.O.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; DEBIASE,H.; FRANCHINI,J.C.; PANISON, F. Plantio cruzado na cultura da soja utilizando uma cultivar de hábito de crescimento indeterminado. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 56, n. 4, p. 319-325, 2013.

RAMALHO, M. A. P.: SANTOS, J. B.; ABREU, A. F. B.; NUNES, J. A. R. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. UFLA. V.1, p. 365, 2012

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R.C.; BARROS, H.B. Cultivares. In: SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenias, 2009. p.77-91.

TOURINO, M. C. C.; REZENDE, P. M. de; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agronômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n.8, p. 1071-1077, 2002.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Production, Supply and Distribution Online**. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx>>. Acesso em: 20 fev 2014.

VASCONCELOS, E.S.; REIS, M.S.; CRUZ, C.D.; SEDIYAMA, T.; SCAPIM, C. A. Adaptability and stability of semilate and late maturing soybean genotypes in Minas Gerais state. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 32, n. 3, p. 411-415, 2010

WRICKE, G. Zur berechnung der okovalenz bei sommerweizen und hafer. **Zeitschrift Fur Pflanzenzuchtung**, v.52, p.127-138, 1965.

**CAPÍTULO 2 – INTERAÇÃO ENTRE CULTIVARES E  
DENSIDADES DE SEMEADURA EM SOJA**



## RESUMO

A interação entre a planta, o ambiente de produção e o manejo definirão a produtividade de uma cultura. Altos rendimentos são obtidos quando o genótipo apresenta potencial produtivo e alta adaptabilidade, tudo isso aliado aos tratos culturais e manejos requeridos pela cultura. Dentre as ferramentas de manejo destaca-se a densidade de semeadura, pois a mesma interfere na morfologia das plantas e na competição por água e nutrientes. Diante do exposto, objetiva-se com o presente trabalho estudar o efeito de diferentes densidades de semeadura em caracteres agronômicos de soja, e identificar ainda cultivares com ampla adaptabilidade de cultivo para os diferentes ambientes e densidades de semeadura. Foram avaliadas 6 cultivares de soja, sob 4 diferentes densidades populacionais (100, 200, 300 e 400 mil plantas.ha<sup>-1</sup>), em 9 diferentes ambientes do estado de Minas Gerais. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados completos com 3 repetições. As cultivares BRSMG 760SRR e BRSMG 820RR apresentam melhor performance média independente do ambiente e densidade de semeadura estudados. A população de 300 mil plantas por hectare evidencia-se como a mais adequada ao cultivo de soja nos ambientes avaliados. Existe a interação entre as densidades de semeadura e os caracteres agronômicos em soja.

Palavras-chave: *Glycine max*. Genótipos. Produtividade. População de plantas.

## ABSTRACT

The interaction between the plant, the production environment and management will define the productivity of a culture. High yields are obtained when the genotype has productive potential and high adaptability, all this combined with the cultivation and management conditions required by culture. Among the management tools highlight the seeding rate, because it interferes with the morphology of plants and competition for water and nutrients. Given the above, the purpose of this work is study the effect of different plant agronomic traits in soybean, and identify cultivars with wide adaptability to different growing environments and seeding rates. We evaluated six soybean cultivars under four different densities (100, 200, 300 and 400 000 plants.ha<sup>-1</sup>) in 9 different environments in the state of Minas Gerais. The experimental design was a randomized complete block design with three replications. The BRSMG 760SRR and BRSMG 820RR cultivars have better independent environmental average performance and density studied sowing. The population of 300 thousand plants per hectare shows up as the most suitable for soybean cultivation in the evaluated environments. There is interaction between sowing densities and agronomic traits in soybean.

Keywords: *Glycine max*. Genotypes. Productivity. Plant population.

## 1 INTRODUÇÃO

A produtividade de uma cultura é determinada pela interação da planta, ambiente de cultivo e manejo. Altos rendimentos são obtidos quando o genótipo apresenta potencial produtivo e alta adaptabilidade, tudo isso aliado aos tratos culturais e manejos requeridos pela cultura (MAUAD et al., 2010).

A densidade de semeadura destaca-se como uma importante ferramenta do manejo, interferindo diretamente na competição inter e intraespecífica por recursos do solo, especialmente água e nutrientes, além de provocar mudanças morfofisiológicas nas plantas (ARGENTA et al., 2001). Dentre as alterações destacam-se a altura de plantas, o número de ramos por planta, o comprimento dos ramos e o número de nós férteis; que são importantes componentes da produtividade.

Lima et al. (2012) também destacam que o ajuste da densidade de semeadura é uma ferramenta importante na otimização do crescimento das plantas, ganho de biomassa e produção de grãos; uma vez que o mesmo afeta o aproveitamento de luz, água e nutrientes (PROCÓPIO et al., 2013).

Os trabalhos conduzidos por Dutra et al. (2007) reforçam que o efeito do genótipo influencia diretamente na resposta à diferentes densidade de semeadura, ou seja, algumas cultivares apresentam melhor rendimento em altas populações, já outras tem melhor performance em menores densidades.

Os resultados obtidos por Ludwig et al. (2011) também corroboram para a existência da interação cultivares x população. Avaliando diferentes cultivares de soja em três populações de plantas (250, 400 e 550 mil plantas/ha), os autores obtiveram melhores resultados para a população de 550 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho estudar o efeito de diferentes densidades de semeadura em caracteres agronômicos de soja, e identificar ainda cultivares com ampla adaptabilidade de cultivo para os diferentes ambientes e densidades de semeadura avaliados.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em quatro localidades distintas do estado de Minas Gerais no ano agrícola de 2011/2012:

- i) Na fazenda experimental da EPAMIG em Patos de Minas, localizada a 1074 m de altitude, 18°29'70'' de latitude sul e 46°26'55'' de longitude oeste.
- ii) Na fazenda experimental da EPAMIG em Uberaba, localizada a 819 m de altitude, 19°39'14'' de latitude sul e 47°58'11'' de longitude oeste.
- iii) Na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Sul de Minas, em Muzambinho, localizada a uma altitude de 1048 metros, latitude 21° 22' 33" sul e longitude 46° 31' 32" oeste.
- iv) Em uma fazenda particular no município de Iraí de Minas, localizada a 1029 m de altitude, 18° 59' 23" de latitude sul e 47° 28' 33" de longitude oeste.

Para o ano agrícola 2012/2013, além de Patos de Minas, Uberaba e Iraí de Minas, avaliou-se também:

- v) Fazenda particular no município de Sacramento, localizada a uma latitude 19°40'39" sul e a uma longitude 47°35'32" oeste, estando a uma altitude de 1027 metros.
- vi) Área experimental situada no Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Agropecuária – Muquém da Universidade Federal de Lavras-UFLA localizada na cidade de Lavras a uma altitude de 954 m, 21°12'11'' de latitude sul e 44°58'47'' de longitude oeste.

O preparo do solo seguiu o sistema de plantio direto, com sulcos de semeadura espaçados em 0,50 m. A adubação foi realizada de acordo com as recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1999). Antes da semeadura, as sementes foram inoculadas com

*Bradyrhizobium japonicum*, utilizando-se inoculante líquido na proporção de 1.200.000 bactérias por semente.

Foram utilizadas um total de seis cultivares, sendo três convencionais e três transgênicas.

Tabela 1 Cultivares avaliados no experimento Homeostase de cultivares de soja em diferentes ambientes e densidades de semeadura. UFLA, Lavras, 2015.

Cultivar	Resistência ao glifosato	Grupo de maturidade	Hábito de crescimento
BRSMG 771	Não Possui	7.7	Determinado
BRSMG 752S	Não Possui	7.5	Indeterminado
BRSMG 810C	Não Possui	8.1	Determinado
BRSMG 760SRR	Possui	7.6	Indeterminado
BRSMG 780RR	Possui	7.8	Determinado
BRSMG 820RR	Possui	8.2	Determinado

As parcelas experimentais foram constituídas por quatro fileiras com 5,0 m de comprimento, espaçadas em 0,50 m. Foram utilizadas como área útil as duas fileiras centrais, com a eliminação de 0,50 m nas extremidades das mesmas. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados completos com 3 repetições em esquema fatorial. Foram avaliadas quatro diferentes densidades populacionais (100, 200, 300 e 400 mil plantas por hectare). A semeadura foi realizada manualmente e o desbaste efetuado 15 dias após a germinação, garantindo o estande desejado. O manejo de plantas daninhas foi feito pelo método convencional.

Foram avaliados os seguintes caracteres: altura de inserção do primeiro legume (distância do colo da planta até o nó de inserção do primeiro legume, em centímetros, de 5 plantas tomadas aleatoriamente); altura da planta (distância do colo da planta até a extremidade da haste principal, em centímetros, medida em 5 plantas tomadas aleatoriamente); acamamento, avaliado segundo Bernard et al. (1965) com as seguintes notas: nota 1 para todas as plantas eretas, 2 para algumas plantas inclinadas ou ligeiramente acamadas, 3 para todas as plantas moderadamente inclinadas ou

25-50% acamadas, 4 para todas as plantas severamente inclinadas ou 50-80% acamadas e 5 para mais de 80% das plantas acamadas; massa de 100 grãos em gramas; além de produtividade em  $\text{kg.ha}^{-1}$  após conversão para 13% de umidade.

As análises individuais, por ano agrícola e ambiente, para todos os caracteres, foram realizadas utilizando o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + b_k + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + e_{ijk},$$

em que:

$Y_{ijk}$ : é o valor observado relativo à parcela que recebeu a densidade  $i$  no bloco  $k$  na densidade  $j$ ;

$\mu$ : é uma constante inerente a toda observação;

$\alpha_i$ : é o efeito da densidade  $i$ ;

$b_k$ : é o efeito do bloco  $k$ ;

$\beta_j$ : é o efeito da cultivar  $j$ ;

$\alpha\beta_{ij}$ : é o efeito da interação entre os fatores cultivares x densidades;

$e_{ijk}$ : é o erro experimental.

A análise conjunta envolvendo todos os ambientes seguiu o modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = m + c_i + b_{(j)l} + d_k + (cd)_{ik} + a_l + (ca)_{il} + (da)_{kl} + (cda)_{ikl} + e_{ijk(l)}$$

em que:

$Y_{ijkl}$ : é o valor observado relativo à parcela que recebeu a densidade  $i$  no bloco  $j$  na cultivar  $k$  no ambiente  $l$ .

$m$ : é a média geral;

$c_i$ : é o efeito da densidade  $i$ ;

$b_{(j)l}$ : é o efeito do bloco  $j$  dentro do ambiente  $l$ ;

$d_k$ : é o efeito da cultivar  $k$ ;

$(cd)_{ik}$ : é o efeito da interação cultivares e densidades;

$a_l$ : é o efeito do ambiente  $l$ ;

$(ca)_{ij}$ : é o efeito da interação cultivares e ambientes;  
 $(da)_{kl}$ : é o efeito da interação densidades e ambientes;  
 $(cda)_{ikl}$ : é o efeito da interação cultivares, doses e ambientes;  
 $e_{ijk(l)}$ : é o erro experimental.

Os dados coletados foram submetidos a análises estatísticas com auxílio do software Sisvar® (FERREIRA, 2000), utilizando-se o teste Scott e Knott (1974) a 5% de probabilidade para comparação de médias e análise de regressão para fatores quantitativos (FERREIRA, 2011). Estimativas de coeficiente de variação e acurácia foram utilizados como medida de precisão.

O coeficiente de variação foi obtido através do seguinte modelo:

$$CV = \frac{\sqrt{QMr}}{\mu} \times 100$$

em que:

$QMr$  é o quadrado médio do resíduo;

$\mu$  é a média geral.

A acurácia foi estimada utilizando o modelo apresentado abaixo:

$$r = \sqrt{1 - \frac{1}{F_c}} \times 100$$

em que:

$r$  é a acurácia expressa em percentagem;

$F_c$  é o valor de F calculado.

### 3 RESULTADOS

Os resumos das análises de variância individual por ambiente estão apresentados no apêndice A. Para todos os ambientes, observou-se boa precisão experimental e elevada acurácia. As estimativas do coeficiente de variação de maior magnitude foram observadas para o caráter acamamento. A acurácia variou de 32,73% (altura de inserção do 1º legume em Uberaba 11/12) a 99,81% (produtividade em Patos de Minas 11/12).

É possível observar que dos nove ambientes estudados, detectou-se diferença significativa para fonte de variação cultivares, para todos os caracteres avaliados, em quatro ambientes (Tabelas 1A, 2A, 4A e 5A). Para o fator densidade de grãos, não se observou variação significativa para todos os caracteres em nenhum dos ambientes de estudo (Tabelas 1A, 2A, 3A, 4A, 5A, 6A, 7A, 8A e 9A). Para o caráter produtividade de grãos, houve interação entre os fatores Cultivares X Densidades em sete dos nove ambientes estudados (Tabelas 1A, 2A, 3A, 4A, 5A, 8A e 9A).

O resumo da análise de variância conjunta (Tabela 2) evidencia que há diferença para o fator densidade para os caracteres produtividade, altura de planta e inserção do primeiro legume. Para a fonte de variação cultivares e ambientes observou-se diferença significativa para todos os caracteres.

A interação C x D não foi significativa para produtividade, massa de 100 grãos e altura de plantas. Por outro lado, a interação C x A foi significativa para todos os caracteres. A interação D x A não foi significativa apenas para massa de 100 grãos. A acurácia variou de 97,30 a 99,67. Para o coeficiente de variação (CV), obteve-se estimativas de 34,75 a 5,80% (Tabela 2).



Tabela 2 Resumo da análise de variância conjunta para os caracteres produtividade em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (P), massa de 100 grãos em g (MG), altura de Plantas em cm (AL), altura de Inserção do 1º Legume em cm (AI) e acamamento (AC). UFLA, Lavras, 2015.

FV	GL	QM				
		P	MG	AL	AI	AC
Densidades (D)	3	20899151,16*	2,81	4703,83*	598,37*	1,37
Repetição (A)	18	246057,50	1,67	109,07	27,55	0,57
Cultivares (C)	5	7406862,64*	131,87*	4062,52*	200,36*	7,89*
D x C	15	164934,24	1,12	91,28	19,01*	0,88*
Ambientes (A)	8	7482804,98*	189,25*	6178,44*	630,90*	20,46*
C x A	40	3763946,24*	22,74*	488,96*	67,24*	2,67*
D x A	24	751557,24*	1,08	135,18*	22,04*	0,76*
C x D x A	120	217508,12*	0,91	56,28*	11,89	0,46*
Erro	414	96904,05	0,88	56,03	10,67	0,31
Fc (Cultivares)	647	74,79	150,58	72,50	18,79	25,49
Acurácia		99,33	99,67	99,30	97,30	98,01
CV (%)		10,01	5,80	8,78	19,10	34,75
Média Geral		3142,76	16,14	85,29	17,09	1,60

\*Significativo a 95% de confiabilidade pelo teste F.

As produtividades médias apresentaram ampla variação para as cultivares, sendo a menor,  $2882 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , obtido pela cultivar BRSMG 752S; e a maior estimativa,  $3507 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , obtido pela cultivar BRSMG 760SRR (Tabela 3). O caráter massa de 100 grãos apresentou variação média de 14,9 gramas para cultivar BRSMG 780RR a 17,8 gramas para a cultivar BRSMG 771 (Tabela 3).

Para a característica altura de plantas, verificou-se altura satisfatória para colheita mecanizada em todas as cultivares estudadas, ocorrendo uma variação de 77,2 cm em BRSMG 810C a 93,2 cm na cultivar BRSMG 780RR (Tabela 3). Dentre as cultivares avaliadas, a altura de inserção do primeiro legume variou entre 14,4 cm na cultivar BRSMG 752S a 18,7 cm na cultivar BRSMG 780RR (Tabela 3). Para o acamamento, os valores encontrados variaram de 1,3 na cultivar BRSMG 752S a 2,0 na cultivar BRSMG 810C (Tabela 3).

Tabela 3 Tabela de médias conjuntas para os caracteres produtividade em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (P), massa de 100 grãos em g (MG), altura de plantas em cm (AL), altura de Inserção do 1º legume em cm (AI) e acamamento (AC) para as diferentes cultivares. UFLA, Lavras, 2015.

Cultivares	P	MG	AL	AI	AC
BRSMG 760SRR	3507a	15,3c	89,1b	17,1c	1,4a
BRSMG 820RR	3440a	15,9c	88,4b	17,9b	1,6b
BRSMG 810C	3025b	17,1b	77,2d	16,9c	2,0c
BRSMG 780RR	3007b	14,9d	93,2a	18,7a	1,9c
BRSMG 771	2997b	17,8a	79,3d	17,3c	1,5b
BRSMG 752S	2882c	15,8c	84,6c	14,4d	1,3a

As médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 95% de confiabilidade.

Para os diferentes ambientes observou-se grande variação para produtividade de grãos. O ambiente com maior destaque foi Sacramento 12/13, com produtividade média de  $3617 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Por outro lado, Patos de Minas 12/13 foi o que apresentou a menor produtividade,  $2645 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (Tabela 4). Para o caráter massa de 100 grãos, observou-se uma variação média de 14,0 g para o ambiente Iraí de Minas 11/12 a 19,1 g para Muzambinho 11/12 (Tabela 4).

Referente à altura de plantas, destacam-se os ambientes Sacramento 12/13 e Iraí de Minas 12/13, que apresentaram 96,8 e 95,4 cm; sendo essas as maiores médias estimadas. Para inserção do primeiro legume observou-se variação de 12,1 em Patos de Minas 12/13 a 21,5 em Patos de Minas 11/12 (Tabela 4). Já para o caráter acamamento, foram encontrados valores de 1,1 em Patos de Minas 12/13 e Uberaba 11/12 a 2,4 em Sacramento 12/13 e Muzambinho 11/12 (Tabela 4).

Tabela 4 Tabela de médias conjuntas para os caracteres produtividade em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (P), massa de 100 grãos em g (MG), altura de plantas em cm (AL), altura de inserção do 1º legume em cm (AI) e acamamento (AC) para os diferentes ambientes. UFLA, Lavras, 2015.

Ambientes	P	MG	AL	AI	AC
Sacramento 12/13	3617a	17,6b	96,8a	17,3c	2,4e
Muzambinho 11/12	3508b	19,1a	87,9c	19,0b	2,4e
Lavras 12/13	3384c	17,3b	84,1d	17,8c	1,4b
Uberaba 11/12	3163d	14,3f	86,5c	16,2d	1,1a
Iraí de Minas 11/12	3136d	14,0f	78,0e	12,9e	1,3b
Uberaba 12/13	3118d	15,1e	92,1b	17,8c	1,5c
Iraí de Minas 12/13	2858e	16,2c	95,4a	19,2b	1,8d
Patos de Minas 12/13	2852e	15,8d	68,1f	12,1e	1,1a
Patos de Minas 11/12	2645f	15,9d	78,4e	21,5a	1,3b

As médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 95% de confiabilidade.

A interação C x D para o caráter produtividade de grãos evidencia um comportamento quadrático com acréscimo na produtividade até a densidade de 337 mil plantas por hectare, após esse valor a produtividade entra em declínio (Figura 1).

Este fato também pode ser observado para altura de inserção do primeiro legume, uma vez que há um incremento até a densidade de 340 mil plantas por hectare (Figura 2). Já para a característica altura de plantas há um crescimento quadrático com o aumento das densidades de plantas por hectare (Figura 3). Para as três situações observou-se um bom ajuste do modelo com estimativas de  $R^2$  superiores a 99%

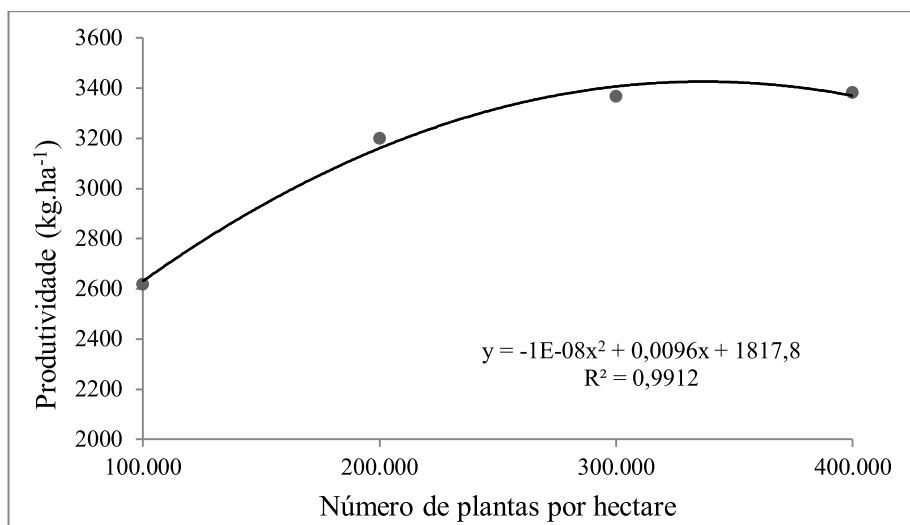


Figura 1 Curva de regressão para o caráter produtividade média das cultivares em função da densidade de plantas. UFLA, Lavras, 2015.

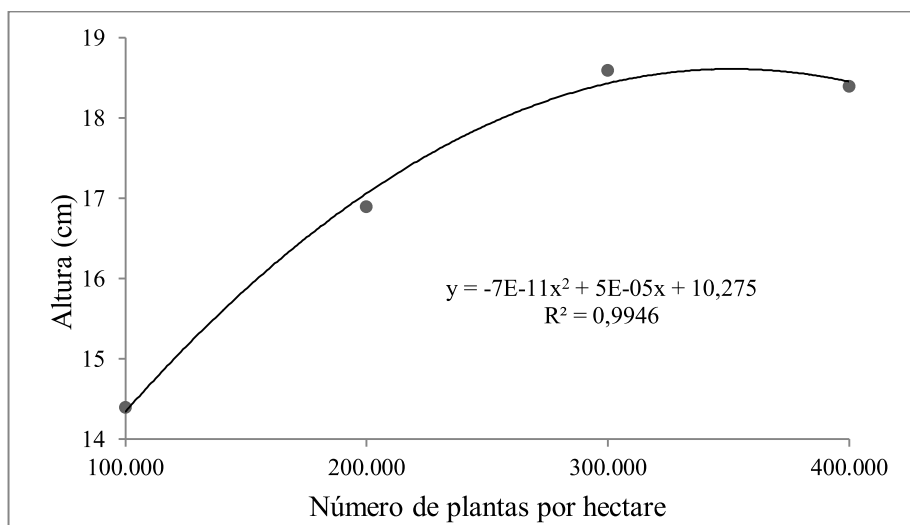


Figura 2 Curva de regressão para o caráter altura de inserção do 1º legume das cultivares em função da densidade. UFLA, Lavras, 2015.

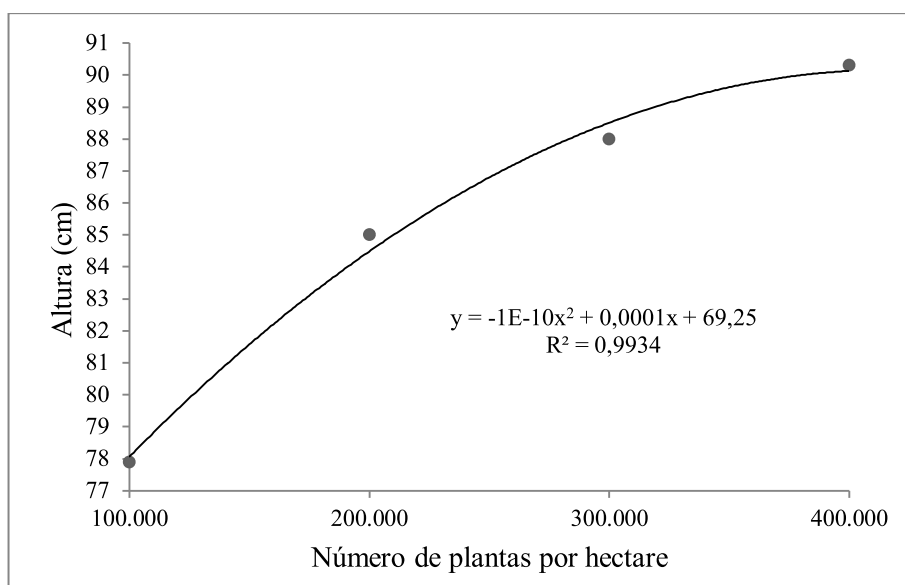


Figura 3 Curva de regressão para o caráter altura média das cultivares em função da densidade de plantas. UFLA, Lavras, 2015.

Com o estudo da interação entre Cultivares x Densidades, é possível observar que para o caráter Acamamento, as cultivares apresentaram comportamento variado com o aumento da densidade de plantas. As cultivares BSRMG 780RR e BRSMG 820RR mantiveram valores de acamamento praticamente constantes, independente das densidades. Por outro lado, a BRSMG 810C apresentou acréscimo em seus valores de acamamento (Figura 4).

Para o caráter Altura de inserção do primeiro legume, as cultivares apresentaram um crescimento quadrático até valores próximos a 300 mil plantas por hectare. Após essa densidade, as estimativas reduziram (Figura 5).

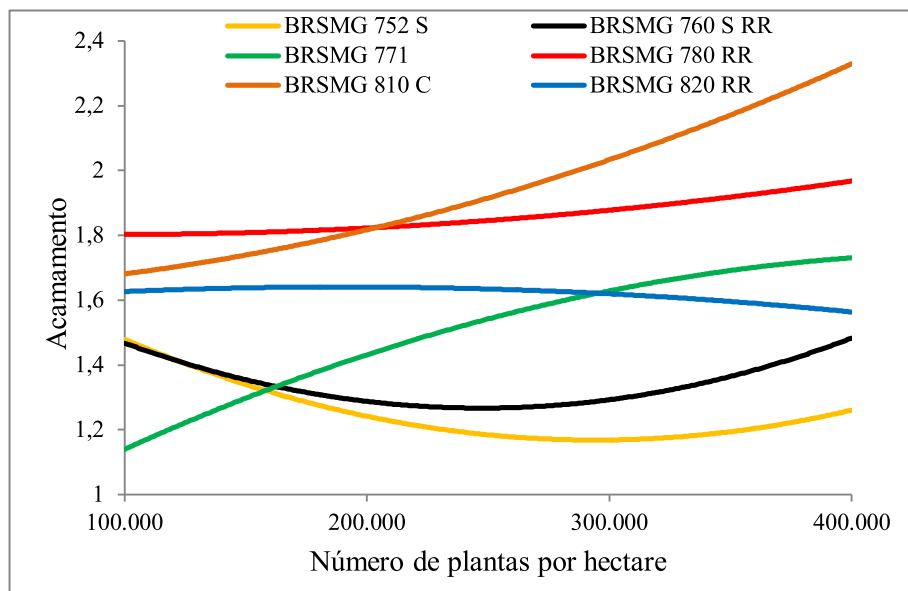


Figura 4 Curva de regressão para o caráter acamamento em função da interação entre Cultivares x Densidade. UFLA, Lavras, 2015.

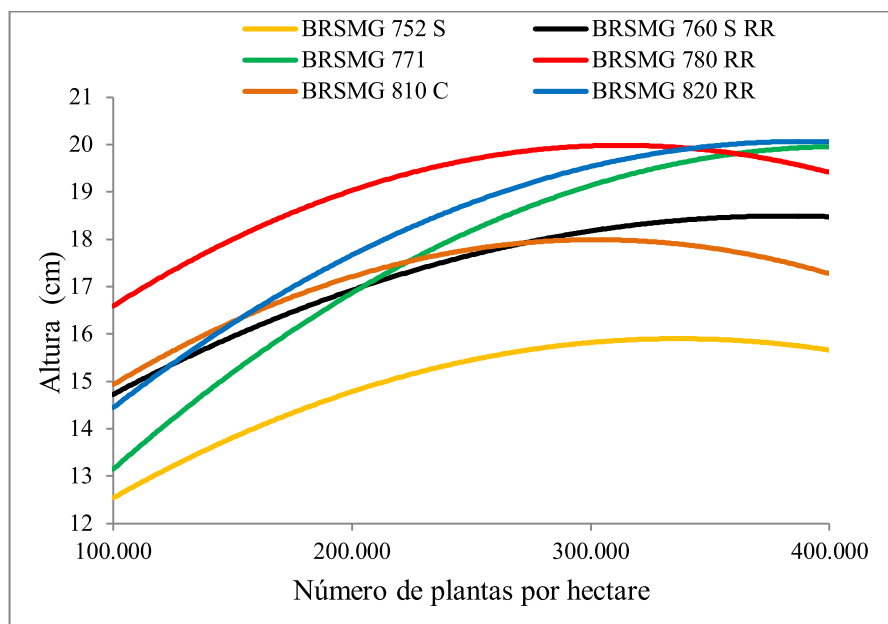


Figura 5 Curva de regressão para o caráter altura de inserção do 1º legume em função da interação entre Cultivares x Densidade. UFLA, Lavras, 2015.

A exemplo do que foi observado para o caráter acamamento no estudo da interação entre Cultivares x Densidades, o comportamento não coincidente das cultivares também ocorreu no estudo da interação entre Ambientes x Densidades (Figura 6).

Já para os caracteres altura de plantas e altura de inserção do primeiro legume, o comportamento foi novamente coincidente. Os ambientes apresentaram um crescimento quadrático até valores próximos a 300 mil plantas por hectare. Após essa densidade, os valores reduziram (Figuras 7 e 8).

Assim como foi observado para as produtividades médias em função da densidade na Figura 1, o estudo da interação Ambientes x Densidades corrobora um comportamento quadrático de todos os ambientes. Tem-se um incremento até a densidade de 300 mil plantas por hectare com posterior declínio (Figura 9)

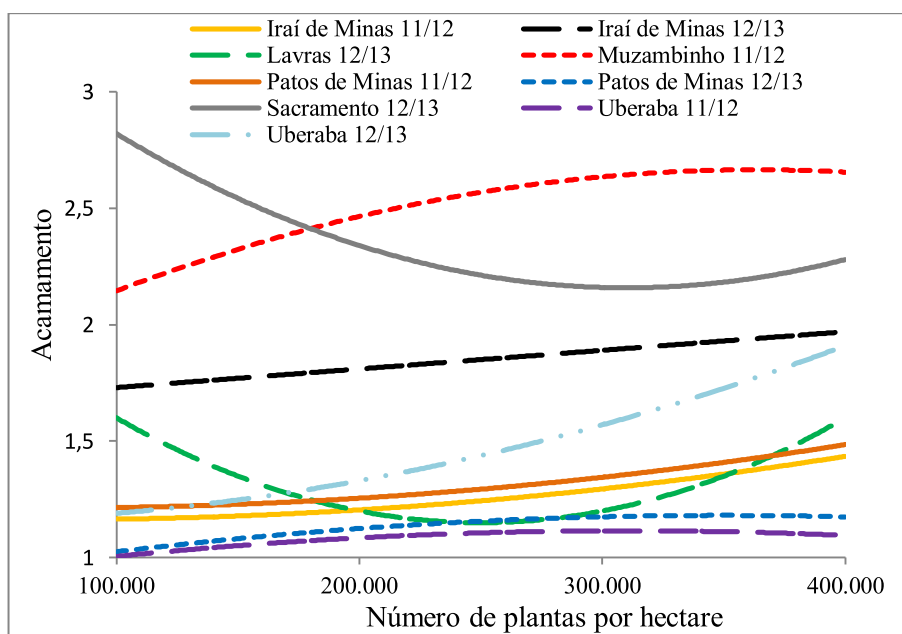


Figura 6 Curva de regressão para o caráter acamamento em função da interação entre Ambientes x Densidades. UFLA, Lavras, 2015.

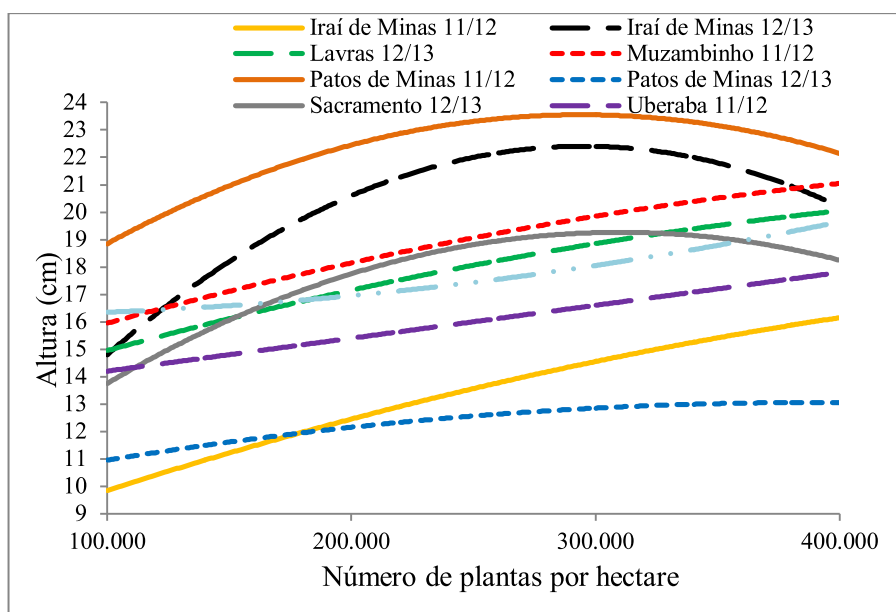


Figura 7 Curva de regressão para o caráter altura de inserção do 1º legume em função da interação entre Ambientes x Densidade. UFLA, Lavras, 2015.

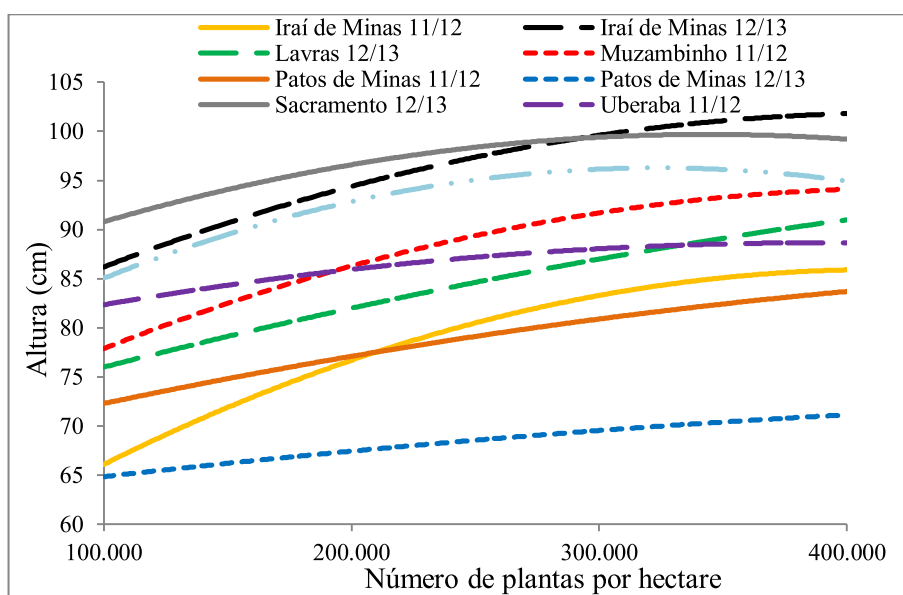


Figura 8 Curva de regressão para o caráter altura de plantas em função da interação entre Ambientes x Densidades. UFLA, Lavras, 2015.



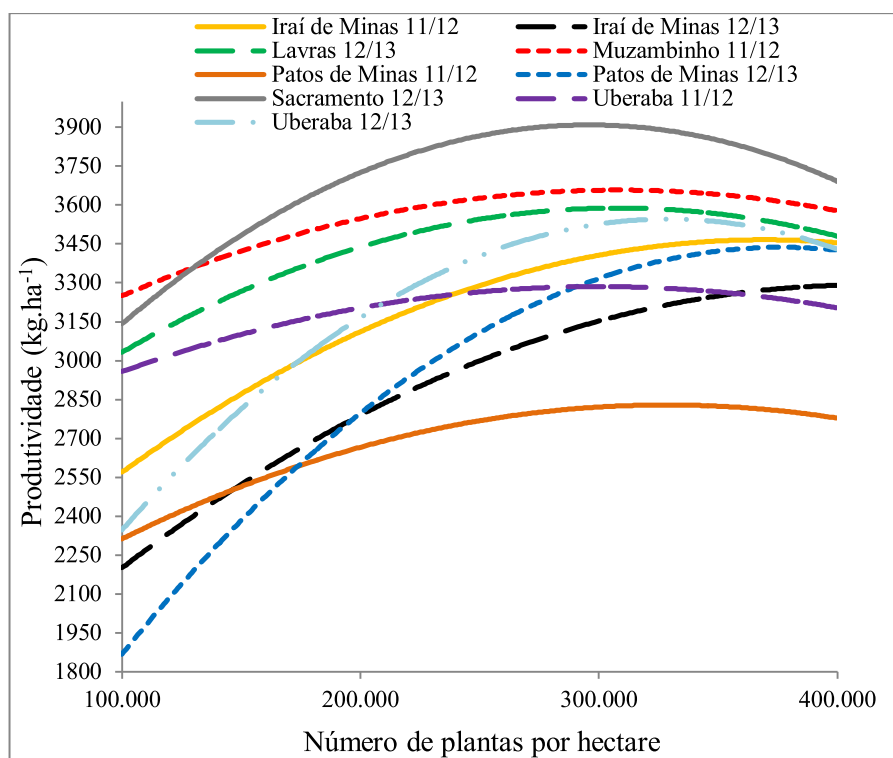


Figura 9 Curva de regressão para o caráter produtividade em função da interação entre Ambientes x Densidades. UFLA, Lavras, 2015.

Para o estudo da interação Ambientes x Cultivares, é possível identificar qual cultivar apresentou melhor desempenho para cada ambiente. Para Iraí de Minas, nos dois anos agrícolas avaliados, destaca-se a cultivar BRSMG 820RR (Tabela 5). No ambiente Lavras 12/13 quatro cultivares apresentaram rendimentos superiores: BRSMG 820RR, BRSMG 760SRR, BRSMG 810C e BRSMG771 (Tabela 5). Já para o ambiente Muzambinho 11/12 as cultivares de maior destaque foram BRSMG 820RR, BRSMG 760SRR e BRSMG 752S (Tabela 5).

A cultivar BRSMG 760S RR apresentou desempenho superior às demais no ambiente Patos de Minas 11/12. Na safra 12/13 destacaram-se BRSMG 760S RR e BRSMG 820 RR (Tabela 5). No ambiente Sacramento 12/13 a cultivar BRSMG 752 S apresentou o melhor desempenho (Tabela 4). Em Uberaba 11/12, os melhores rendimentos foram obtidos por BRSMG 820RR e BRSMG 760SRR. Já em Uberaba 12/13, as cultivares que

apresentaram as melhores produtividades foram BRSMG 760SRR e BRSMG 752S (Tabela 5).

Tabela 5 Tabela de médias conjuntas para os caracteres produtividade em kg.ha<sup>-1</sup> para a interação Ambientes x Cultivares.

Cultivares	Ambientes								
	Iraí de Minas 11/12	Iraí de Minas 12/13	Lavras 12/13	Muzam binho 11/12	Patos de Minas 11/12	Patos de Minas 12/13	Sacramento 12/13	Uberaba 11/12	Uberaba 12/13
BRSMG 820RR	3997aA	3574aC	3507aC	3741aB	3284bD	3121aD	3532dC	3531aC	2668cE
BRSMG 760SRR	3594bC	2426cE	3471aD	3868aB	4396aA	3290aD	3459dD	3613aC	3440aD
BRSMG 780 RR	3392bA	3011bB	2912bB	2728dB	3513bA	2751bB	2799eB	2886cB	3065bB
BRSMG 810 C	2878cC	3017bC	3589aA	3260cB	1620cD	2755bC	3777cA	3322bB	2999bC
BRSMG 771	2587dD	2608cD	3775aA	3470bB	1337dE	2936bC	3886bA	3215bC	3150bC
BRSMG 752S	2365dE	2514cE	3051bD	3981aB	1718cF	2260cE	4249aA	2408dE	3383aC

As médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 95% de confiabilidade.

#### 4 DISCUSSÃO

Uma boa precisão experimental é fundamental para o sucesso dos experimentos de campo. Neste trabalho utilizou-se duas ferramentas para se quantificar este atributo. O coeficiente de variação, de acordo com Pimentel-Gomes (2009), pode se classificar como baixo, quando inferiores a 10%; médios, quando de 10 a 20%; altos quando de 20 a 30%; muito altos, quando superiores a 30%.

Neste trabalho, o caráter acamamento foi o que se obteve maior estimativa. Uma possível explicação para esta baixa precisão se deve ao fato de que na estimativa dos coeficientes de variação a magnitude da média está inversamente relacionada, isto é, menor média, espera-se maior coeficiente de variação. Por outro lado, quando se avalia a precisão experimental pela estimativa da acurácia este efeito é suprimido, ficando evidente que todos os caracteres obtiveram elevada estimativa deste parâmetro, fato preponderante para se realizar inferências com os dados.

A densidade de semeadura não influenciou apenas a massa de 100 grãos e o caráter acamamento. Este fato não era esperado, pois há uma relação direta entre a população de plantas e o acamamento, isto é, espera-se que o incremento na densidade aumente o acamamento das plantas (TOURINO et al., 2002). Pode-se explicar esse fato pela baixa variação obtida para o caráter acamamento nos diferentes ambientes avaliados. Para a massa de 100 grãos não há relatos na literatura de que exista associação, corroborando assim com os resultados obtidos no presente trabalho.

Como já comentado, houve efeito das cultivares para todos os caracteres. Muito embora as cultivares sejam de um mesmo programa de melhoramento, há diferenças quanto ao *background* genético, ciclo e outros atributos, garantido assim a existência de variabilidade para o presente estudo. Outros trabalhos também reportam essa existência de variação (PIRES et al., 2012; REZENDE; CARVALHO, 2007; FLECH et al., 2007).

Este fato foi fundamental para que as interações C x A e C x D também fossem significativas.

Para o fator ambientes deve-se comentar que o presente trabalho foi conduzido em seis cidades diferentes em dois anos agrícolas. Sendo assim, neste efeito/fator existe a combinação das flutuações ambientes inerentes aos locais, como também devido aos anos agrícolas. Os fatores ambientais dos locais representam uma variação previsível para fertilidade do solo, por exemplo. Contudo, a ocorrência de chuvas, e até mesmo a incidência de elevadas temperaturas associado às flutuações dos anos agrícolas representam as variações imprevisíveis, isto é, que ocorrem de maneira furtiva e que o pesquisador não possui controle.

Estes efeitos ambientais foram essenciais para que a interação C x A fosse significativa. Sendo assim, estes resultados reforçam a necessidade de se avaliar experimentos em diferentes ambientes, ou seja, locais e anos agrícolas (SILVEIRA NETO, 2005). A produtividade média obtida por ambiente denota estes comentários. Houve variação de 26,87% entre a maior e menor estimativa de produtividade para os ambientes mais contrastantes.

A interação C x A reporta que as cultivares não apresentaram coincidências nos desempenhos quando avaliadas nos diferentes ambientes. Na existência da interação é possível identificar a melhor cultivar para cada ambiente, ou estabelecer em média qual o genótipo de melhor desempenho considerando todos os avaliados. As cultivares BRSMG 760SRR e BRSMG 820RR apresentaram ampla plasticidade, pois foram as de melhor performance média independente do ambiente. Deve-se destacar também que além de boa produtividade, a BRSMG 760SRR apresenta boa precocidade quando comparada às demais avaliadas, viabilizando assim a possibilidade de realização de uma segunda safra.

Dentre os componentes de produtividade, a massa de 100 grãos merece destaque, uma vez que cultivares que possuem maior volume em seus grãos poderão converter esse ganho em produtividade. Há relatos na literatura que o peso médio de 100 grãos é de 16 gramas. Valores

semelhantes foram observados por Ávila (2008). No presente trabalho, o valor médio foi de 16,14 g, corroborando com a literatura.

A característica altura de plantas está diretamente relacionada com a produtividade, o grau de acamamento e a eficiência na colheita mecanizada, sendo assim de fundamental importância. Deve-se ressaltar ainda que a mesma sofre alterações de fatores ambientais. As alturas de plantas ideais estão entre 60 e 120 cm (CARVALHO et al., 2010). Os valores médios obtidos nos ensaios foram de 85,29 cm, estando assim de acordo com os achados mencionados anteriormente.

Assim como a altura de plantas, a inserção do primeiro legume influi diretamente na colheita mecanizada. Se a altura de inserção estiver abaixo de 10 cm, podem ocorrer perdas na operação, pelo fato de a colhedora operar muito próxima ao solo. Segundo Marcos Filho (1986), a altura de inserção do primeiro legume ideal gira em torno de 15 cm. Neste trabalho, a altura média de inserção do primeiro legume observada foi de 17,09 cm.

Muito influenciado pela a altura de plantas, o acamamento assume importante papel na seleção de cultivares, uma vez que plantas acamadas inviabilizam a colheita mecanizada. A nota média de acamamento obtida nos ensaios foi de 1,60. Esse valor é considerado totalmente apto à colheita mecanizada e não acarreta nenhum tipo de prejuízo à operação (BERNARD, 1965).

O comportamento das figuras de regressão para todos os caracteres, exceto acamamento, denota um crescimento quadrático até valores próximos a 300 mil plantas por hectares, com posterior redução. Dessa forma, fica evidente que a melhor população de plantas a ser utilizada em todos os ambientes e para todas as cultivares testadas é de 300 mil plantas por hectare. Em populações inferiores, pode-se ser observadas plantas com maior ramificação, no entanto o estande reduzido não compensou em produtividade. Por outro lado, a população de 400 mil plantas por hectare por apresentar um maior número de plantas na área, propiciou maior competição entre os indivíduos, prejudicando a arquitetura das plantas.

Sendo assim, pode-se inferir que a população de 300 mil plantas por hectare evidencia como sendo a mais adequada, propiciando boa arquitetura de plantas e bom desenvolvimento vegetativo, associado a boa produtividade.

## 5 CONCLUSÕES

Existe a interação entre as densidades de semeadura e as cultivares de soja.

Há influência das densidades de semeadura sobre os caracteres agronômicos.

A população de 300 mil plantas por hectare evidencia-se como a mais adequada ao cultivo de soja nos ambientes avaliados.

As cultivares BRSMG 760SRR e BRSMG 820RR apresentam melhor performance média independente do ambiente e densidade de semeadura estudados.



## REFERÊNCIAS

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; SANGOL, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado da-arte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.6, p.1075-1084, 2001.

AVILA ; PERIN, A. ; GUARESCHI, R. F. ; GAZOLLA, P. R. . Influência do tamanho da semente na produtividade de variedades de soja. **Agrarian**, Dourados, v. 01, p. 89-95, 2008.

BERNARD, R. L. et al. **Results of the cooperative uniform soybeans tests**. Washington: USDA, 1965. 134p.

CARVALHO, E. R.; REZENDE, P. M. de; OGOSHI, F. G. A.; BOTREL, É. P.; ALCANTARA, H. P.; SANTOS, J. P. Desempenho de cultivares de soja [*Glycine max* (L) Merrill] em cultivo de verão no Sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 34, p. 892-899, 2010.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: **5ª Aproximação**. Viçosa, MG, 1999. 359 p.

DUTRA, L. M. C.; et al. População de plantas em soja. In. Reunião De Pesquisa De Soja Da Região Sul, 35., 2007, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2007, p. 95.

FERREIRA, D.F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4. 1. pacote computacional).

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciênc. agrotec.** 2011, vol.35, n.6, pp. 1039-1042.

FLECK, N. G. ; LAMEGO, F.P. ; SCHAEGLER, C.E. ; FERREIRA, F.B. Resposta de cultivares de soja à competição com cultivar simuladora da infestação de plantas concorrentes. **Scientia Agraria** (UFPR), v. 8, p. 213-218, 2007.

LIMA, S. F.; ALVAREZ, R. C. F.; THEODORO, G. F.; BAVARESCO, M.; SILVA, K. S. Efeito da semeadura em linhas cruzadas sobre a produtividade de grãos e a severidade da ferrugem asiática da soja. **Biosci. J.** Uberlândia, v. 28, n. 6, p. 954-962, 2012.

LUDWIG, M. P.; DUTRA, L. M. C.; LUCCA FILHO, O. A.; ZABOT, L.; JAUER, A.; UHRY, D. Populações de plantas na cultura da soja em cultivares convencionais e Roundup Ready™. **Revista Ceres**, v. 58, p. 305-313, 2011.

MARCOS FILHO, J. **Produção de sementes de soja**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. 86p.

MAUAD, M. ; SILVA, T.L.B ; NETO, A.I.de.A ; ABREU, V.G . Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Agrarian** (Dourados. Online), v. 3, p. 175-181, 2010.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15ª Ed. Piracicaba: FEALQ, 2009, 451p.

PIRES, L. P. M. ; PELUZIO, J. M. ; CANCELLIER, L. L. ; SANTOS, G. R. R. ; Colombo, G. A. ; Afféri, F. S. . Performance Of Soybean Genotypes In Central-South Region On Tocantins State, Crop Season 2009/2010. **Bioscience Journal (Online)**, v. 23, p. 214-223, 2012.

PROCÓPIO, S.O.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; DEBIASE, H.; FRANCHINI, J.C.; PANISON, F. Plantio cruzado na cultura da soja utilizando uma cultivar de hábito de crescimento indeterminado. **Rev. Cienc. Agrar.**, v. 56, n. 4, p. 319-325, 2013.

REZENDE, P. M.de ; CARVALHO, E. A. Avaliação de cultivares de soja [Glycine max (L.) Merrill] para o Sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 1616-1623, 2007.

SCOTT, A.; KNOTT, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. **Biometrics**, Washington D.C., v.30, n.3, p.507-512, 1974.

SILVEIRA NETO, A N da ; OLIVEIRA, E de ; OLIVEIRA, A B de ;  
GODOI, C R C de ; PRADO, C L de O ; PINHEIRO, J B . Desempenho de  
Linhagens de Soja em Diferentes Locais e Épocas de Semeadura em Goiás.  
**Pesquisa Agropecuária Tropical** (UFG), Goiânia, v. 35, n.2, p. 103-108,  
2005.

TOURINO, M. C. C.; REZENDE, P. M. de; SALVADOR, N. Espaçamento,  
densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características  
agronômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37,  
n.8, p. 1071-1077, 2002.

**CAPÍTULO 3 – ESTABILIDADE E ADAPTABILIDADE DE  
CULTIVARES DE SOJA EM MINAS GERAIS**

## RESUMO

A interação genótipos x ambientes consiste no comportamento diferente de genótipos quando cultivados em ambientes distintos. Esta interação ocorre devido à variação do desempenho de cada genótipo nos diversos ambientes. Existem três formas de se atenuar o efeito da interação: identificação de cultivares específicas para cada ambiente; estratificação ambiental em regiões as quais o componente da interação é minimizado; avaliação e identificação de cultivares com mais adaptabilidade/estabilidade fenotípica. Com intuito de reduzir o efeito da interação na cultura da soja, alguns trabalhos estão reportados na literatura com objetivo de se estudar a adaptabilidade e estabilidade, no entanto, esses estudos ainda são escassos no estado de Minas Gerais. Sendo assim, objetivou-se com esse trabalho estudar a adaptabilidade e estabilidade, bem como a identificação de cultivares que contribuem menos para a interação G x A em Minas Gerais. Foram avaliadas 6 cultivares de soja, sob 4 diferentes densidades populacionais (100, 200, 300 e 400 mil plantas.ha<sup>-1</sup>), em 9 diferentes ambientes do estado de Minas Gerais. De posse das análises individuais, foi feita a análise conjunta agrupando-se as médias fenotípicas pelo teste de Scott & Knott (1974). Para as análises de adaptabilidade e estabilidade, foram realizadas as metodologias da Ecovalência (Wi) de Wricke (1965) e o Índice de Confiança (Ii) de Anicchiarico (1992). A interação foi decomposta em parte simples e complexa de acordo com metodologia proposta por Cruz; Castoldi (1991) As cultivares BRSMG 820RR e BRSMG 760SRR apresentam ampla adaptabilidade e estabilidade. A cultivar BRSMG 820RR apresenta melhor índice de confiança e pequena contribuição para a interação.

Palavras-chave: *Glycine max*. Cultivares. Produtividade. Interação Genótipos x Ambientes.

## ABSTRACT

The genotype x environment interaction is the different behavior of genotypes when grown in different environments. This interaction occurs due to the performance variation of each genotype in different environments. There are three ways to mitigate the effect of interaction: identification of specific cultivars for each environment; environmental stratification regions in which the interaction component is minimized; evaluation and identification of cultivars with more adaptability/stability phenotypic. In order to reduce the effect of the interaction on soybean, work is reported in the literature in order to study the adaptability and stability, however, these studies are still scarce in the state of Minas Gerais. Therefore, the aim of this work to study the adaptability and stability, as well as the identification of cultivars that contribute less to the G x E interaction in Minas Gerais. We evaluated six soybean cultivars under four different densities (100, 200, 300 and 400 000 plants.ha-1) in 9 different environments in the state of Minas Gerais. Having the individual analysis was made joint analysis by grouping the average phenotypic by Scott & Knott test (1974). For the analysis of adaptability and stability, procedures were carried out to ecovalence (Wi) of Wricke (1965) and the Confidence Index (Ii) Anicchiarico (1992). The interaction was decomposed into simple and complex part according to methodology proposed by Cruz; Castoldi (1991) BRSMG 820RR and BRSMG 760SRR cultivars show wide adaptability and stability. The cultivar BRSMG 820RR has better confidence index and small contribution to the interaction.

Keywords: *Glycine max.* Variety. Productivity. Genotype x Environment Interaction.

## 1 INTRODUÇÃO

O fenótipo de um indivíduo é influenciado pelo genótipo que é a constituição genética do mesmo, e pelo ambiente que pode ser definido como o conjunto das condições que afetam o crescimento e desenvolvimento do organismo. Dessa forma, o fenótipo (F) a ser obtido será o resultado da ação do genótipo (G) e do ambiente (A), ou seja,  $F = G + A$  (RAMALHO et al., 2012). Quando se avalia mais de um genótipo em mais de um ambiente tem-se também, além desses componentes, a interação genótipos x ambientes.

Entende-se por interação genótipos x ambientes o comportamento diferente de genótipos quando cultivados em ambientes distintos. A interação pode ser do tipo simples ou complexa (ALLARD; BRADSHAW, 1964). Esta interação ocorre devido à variação do desempenho de cada genótipo nos diversos ambientes. Devido à influência dos fatores ambientais na expressão fenotípica, espera-se que exista interação dos genótipos x ambientes, isto é, que o comportamento das diferentes linhagens e/ou cultivares não seja coincidente nos ambientes avaliados (RAMALHO et al., 2012).

Com intuito de atenuar o efeito da interação, são adotadas três estratégias distintas: identificação de cultivares específicas para cada ambiente; realização da estratificação ambiental em regiões as quais o componente da interação é minimizado; avaliação e identificação de cultivares com mais adaptabilidade/estabilidade fenotípica (PELUZIO et al., 2008).

O termo estabilidade é empregado para se referir à maior ou à menor habilidade de genótipos em se adaptarem a flutuações climáticas, ao longo de anos agrícolas, dentro de um dado local (RAMALHO et al., 2012). Há vários conceitos de estabilidade na literatura (LIN et al., 1986). O primeiro refere-se à estabilidade biológica. Neste caso o genótipo apresenta resposta linear em relação às variações ambientais. O segundo conceito está

relacionado à estabilidade agrônômica, isto é, existe resposta do genótipo às flutuações/variações ambientais existentes. Este tipo de estabilidade é desejado pelos melhoristas, pois devido ao estímulo ambiental os genótipos responsivos aumentam a expressão fenotípica do dado caráter. A estabilidade do tipo III está relacionada à previsibilidade de desempenho. Já a estabilidade do tipo IV refere-se à interação genótipos x anos agrícolas (LIN; BINNS, 1988).

Existem diversos métodos para se estudar a estabilidade de cultivares (RAMALHO et al., 2012; CRUZ et al., 2004; KANG; GAUCH, 1996). O método da Ecovalência (WRICKE, 1965) baseia-se na análise de variância, onde a estimativa do parâmetro de estabilidade fenotípica é obtida pela decomposição da soma de quadrados da interação genótipos por ambientes nas partes devidas a genótipos isolados. O parâmetro de estabilidade é denominado 'ecovalência' ( $\omega_i$ ). Neste método é estimada a contribuição de cada genótipo para a interação. É possível assim identificar cultivares que associem produtividade e a estabilidade agrônômica. Já a metodologia de Annicchiarico (1992) possui como estatística o índice de confiança ( $I_i$ ), cujo resultado é expresso em porcentagem em relação à média dos ambientes analisados. O índice de confiança nos permite estimar qual o risco em se utilizar cada genótipo.

Na cultura da soja alguns trabalhos estão reportados na literatura com objetivo de se estudar a adaptabilidade e estabilidade (BARROS et al., 2012; MARQUES et al., 2011; VASCONCELOS et al., 2010; LIMA et al., 2008; CARVALHO et al., 2002). Contudo, relatos com objetivo de se identificar cultivares com ampla adaptabilidade e estabilidade para o estado de Minas Gerais ainda são escassos. Sendo assim, objetivou-se com esse trabalho estudar a adaptabilidade e estabilidade, bem como a identificação de cultivares que contribuem menos para a interação G x A para as condições de cultivo em Minas Gerais.



## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em quatro localidades distintas do estado de Minas Gerais no ano agrícola de 2011/2012:

- i) Na fazenda experimental da EPAMIG em Patos de Minas, localizada a 1074 m de altitude, 18°29'70'' de latitude sul e 46°26'55'' de longitude oeste.
- ii) Na fazenda experimental da EPAMIG em Uberaba, localizada a 819 m de altitude, 19°39'14'' de latitude sul e 47°58'11'' de longitude oeste.
- iii) Na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Sul de Minas, em Muzambinho, localizada a uma altitude de 1048 metros, latitude 21° 22' 33" sul e longitude 46° 31' 32" oeste.
- iv) Em uma fazenda particular no município de Iraí de Minas, localizada a 1029 m de altitude, 18° 59' 23" de latitude sul e 47° 28' 33" de longitude oeste.

Para o ano agrícola 2012/2013, além de Patos de Minas, Uberaba e Iraí de Minas, avaliou-se também:

- v) Fazenda particular no município de Sacramento, localizada a uma latitude 19°40'39" sul e a uma longitude 47°35'32" oeste, estando a uma altitude de 1027 metros.
- vi) Área experimental situada no Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Agropecuária – Muquém da Universidade Federal de Lavras-UFLA localizada na cidade de Lavras a uma altitude de 954 m, 21°12'11'' de latitude sul e 44°58'47'' de longitude oeste.

O preparo do solo seguiu o sistema de plantio direto, com sulcos de semeadura espaçados em 0,50 m. A adubação foi realizada de acordo com as recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1999). Antes da semeadura, as sementes foram inoculadas com

*Bradyrhizobium japonicum*, utilizando-se inoculante líquido na proporção de 1.200.000 bactérias por semente.

Foram utilizadas um total de seis cultivares, sendo três convencionais e três transgênicas.

Tabela 1 Cultivares avaliados no experimento Homeostase de cultivares de soja em diferentes ambientes e densidades de semeadura. UFLA, Lavras, 2015.

Cultivar	Resistência ao glifosato	Grupo de maturidade	Hábito de crescimento
BRSMG 771	Não Possui	7.7	Determinado
BRSMG 752S	Não Possui	7.5	Indeterminado
BRSMG 810C	Não Possui	8.1	Determinado
BRSMG 760SRR	Possui	7.6	Indeterminado
BRSMG 780RR	Possui	7.8	Determinado
BRSMG 820RR	Possui	8.2	Determinado

As parcelas experimentais foram constituídas por quatro fileiras com 5,0 m de comprimento, espaçadas em 0,50 m. Foram utilizadas como área útil as duas fileiras centrais, com a eliminação de 0,50 m nas extremidades das mesmas. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados completos com 3 repetições em esquema fatorial. Foram avaliadas quatro diferentes densidades populacionais (100, 200, 300 e 400 mil plantas por hectare). A semeadura foi realizada manualmente e o desbaste efetuado 15 dias após a germinação, garantindo o estande desejado. O manejo de plantas daninhas foi feito pelo método convencional.

Foram avaliados os seguintes caracteres: altura de inserção do primeiro legume (distância do colo da planta até o nó de inserção do primeiro legume, em centímetros, de 5 plantas tomadas aleatoriamente); altura da planta (distância do colo da planta até a extremidade da haste principal, em centímetros, medida em 5 plantas tomadas aleatoriamente); acamamento, avaliado segundo Bernard et al. (1965) com as seguintes notas: nota 1 para todas as plantas eretas, 2 para algumas plantas inclinadas ou ligeiramente acamadas, 3 para todas as plantas moderadamente inclinadas ou

25-50% acamadas, 4 para todas as plantas severamente inclinadas ou 50-80% acamadas e 5 para mais de 80% das plantas acamadas; massa de 100 grãos em gramas; além de produtividade em  $\text{kg.ha}^{-1}$  após conversão para 13% de umidade.

As análises individuais, por ano agrícola e ambiente, para todos os caracteres, foram realizadas utilizando o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + b_k + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + e_{ijk},$$

em que:

$Y_{ijk}$ : é o valor observado relativo à parcela que recebeu a densidade  $i$  no bloco  $k$  na densidade  $j$ ;

$\mu$ : é uma constante inerente a toda observação;

$\alpha_i$ : é o efeito da densidade  $i$ ;

$b_k$ : é o efeito do bloco  $k$ ;

$\beta_j$ : é o efeito da cultivar  $j$ ;

$\alpha\beta_{ij}$ : é o efeito da interação entre os fatores cultivares x densidades;

$e_{ijk}$ : é o erro experimental.

A análise conjunta envolvendo todos os ambientes seguiu o modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = m + c_i + b_{(j)l} + d_k + (cd)_{ik} + a_l + (ca)_{il} + (da)_{kl} + (cda)_{ikl} + e_{ijk(l)}$$

em que:

$Y_{ijkl}$ : é o valor observado relativo à parcela que recebeu a densidade  $i$  no bloco  $j$  na cultivar  $k$  no ambiente  $l$ .

$m$ : é a média geral;

$c_i$ : é o efeito da densidade  $i$ ;

$b_{(j)l}$ : é o efeito do bloco  $j$  dentro do ambiente  $l$ ;

$d_k$ : é o efeito da cultivar  $k$ ;

$(cd)_{ik}$ : é o efeito da interação cultivares e densidades;

$a_l$ : é o efeito do ambiente  $l$ ;

$(ca)_{ij}$ : é o efeito da interação cultivares e ambientes;  
 $(da)_{kl}$ : é o efeito da interação densidades e ambientes;  
 $(cda)_{ikl}$ : é o efeito da interação cultivares, doses e ambientes;  
 $e_{ijk(l)}$ : é o erro experimental.

Os dados coletados foram submetidos a análises estatísticas com auxílio do software Sisvar® (FERREIRA, 2000), utilizando-se o teste Scott e Knott (1974) a 5% de probabilidade para comparação de médias e análise de regressão para fatores quantitativos (FERREIRA, 2011). Estimativas de coeficiente de variação e acurácia foram utilizados como medida de precisão.

O coeficiente de variação foi obtido através do seguinte modelo:

$$CV = \frac{\sqrt{QMr}}{\mu} \times 100$$

em que:

$QMr$  é o quadrado médio do resíduo;

$\mu$  é a média geral.

A acurácia foi estimada utilizando o modelo apresentado abaixo:

$$r = \sqrt{1 - \frac{1}{F_c}} \times 100$$

em que:

$r$  é a acurácia expressa em percentagem;

$F_c$  é o valor de F calculado.

De posse das médias para produtividade, estimou-se a estabilidade das cultivares avaliadas pelo método de Wricke (1965). Foi, portanto, estimada a ecovalência de cada genótipo ( $W_k$ ) por meio da partição da soma

de quadrados da interação linhagens/híbridos por ambientes, conforme expressão:

$$W_k = \sum_{l=1}^3 (ga_{kl})^2 = \sum_{l=1}^3 (\bar{y}_{kl} - \bar{y}_{k\bullet} - \bar{y}_{\bullet l} + \bar{y}_{\bullet\bullet})^2,$$

em que:

$\bar{y}_{kl}$  é a média ajustada da cultivar  $k$  no ambiente  $l$ ;

$\bar{y}_{k\bullet}$  é a média ajustada da cultivar  $k$  nos ambientes avaliados;

$\bar{y}_{\bullet l}$  é a média ajustada do ambiente  $l$ ;

$\bar{y}_{\bullet\bullet}$  é a média geral.

A contribuição relativa de cada cultivar para a interação cultivar por

ambientes é dada por:  $W_k (\%) = \frac{W_k}{\sum_k W_k} \times 100.$

A significância da estabilidade das cultivares fornecida pelo método de Wricke ( $H_0 : W_k = 0$ ) foi verificada pelo teste estatístico apresentado em Resende (2002). O teste é baseado na distribuição F-Snedecor. Como, no presente trabalho, o efeito da interação linhagens por ambientes é de natureza fixa, utilizou-se como testador o quadrado médio do erro experimental da análise conjunta. Sendo assim, foi utilizada a seguinte expressão:

$$F_c = \frac{[KW_i/(K-1)]/(L-1)}{\overline{QME}} \square F_{(\alpha; L-1; \overline{GLE})},$$

em que:  $K$  é o número de cultivares;  $L$  é o número de ambientes;  $\overline{QME}$  é o quadrado médio do erro da análise conjunta;  $\overline{GLE}$  são os graus de liberdade do erro da análise conjunta;  $\alpha$  é o nível de significância pré-definido em 0,05.

Para se estimar o Índice de Confiança (Ii) de Annicchiarico (1992), utilizou-se o seguinte modelo:

$$I_i = \bar{Y}_i - Z_{(1-\alpha)} (\sigma_i)$$

em que:

$\bar{Y}_i$  é a média;

$Z_{(1-\alpha)}$  valor na distribuição normal estandardizada no qual a função de distribuição acumulada atinge o valor  $(1-\alpha)$ , com nível de significância  $\alpha$  pré-fixado pelo autor em 0,25;

$\sigma_i$  é o desvio padrão.

O quadrado médio da interação foi decomposto em parte simples e composto com auxílio do software estatístico R<sup>®</sup>, de acordo com estimador apresentado por Cruz; Castoldi (1991).

$$V_{LS} = \frac{1}{2} (\sqrt{V_{L1}} - \sqrt{V_{L2}})^2 + k\sqrt{V_{L1}V_{L2}} + \sqrt{(1 - r_{G12})^3 V_{L1}V_{L2}}$$

em que:

$\frac{1}{2} (\sqrt{V_{L1}} - \sqrt{V_{L2}})^2 + k\sqrt{V_{L1}V_{L2}}$  é a parte simples da interação;

$\sqrt{(1 - r_{G12})^3 V_{L1}V_{L2}}$  é a parte complexa da interação;

$$k = 1 - r_{G12} - \sqrt{(1 - r_{G12})^3}$$

### 3 RESULTADOS

Pela análise de variância conjunta, observa-se que houve diferença significativa para todas as fontes de variação (Tabela 2). A precisão experimental foi alta. A estimativa do CV% e da acurácia seletiva reforçam este comentário.

Houve diferença significativa entre os ambientes avaliados. Observou-se interação G x A. A soma de quadrado da interação G x A explicou 37,43% da variação total (Tabela 2).

Tabela 2 Resumo da análise de variância conjunta para o caráter produtividade de grãos em kg.ha<sup>-1</sup>. UFLA, Lavras, 2015.

FV	GL	QM	Fc
Genótipos (G)	5	7406862,65	74,79*
Repetição / A	18	246057,50	2,49*
Ambiente (A)	8	7482804,99	75,56*
G x A	40	3763946,24	38,01*
G x A Simples	-	362203,40**	
G x A Complexa	-	914633,70**	
Densidade (D)	3	20899151,16	211,04*
G x D	15	164934,24	1,66
D x A	24	751557,24	7,59*
G x D x A	120	217508,12	2,20*
Resíduo	414	94329,33	
Total	647		
Acurácia	99,33		
CV(%)	10,01		

\*Significativo a 95% de confiabilidade pelo teste F.

\*\* Desdobramento da interação G x A em partes simples e complexa, de acordo com a metodologia proposta por Cruz e Castoldi (1991).

Para o desempenho médio das cultivares, obteve-se a formação de três grupos distintos. As cultivares BRSMG 820RR e BRSMG 760SRR apresentaram melhor desempenho agrônômico, produzindo 10% a mais do que a média geral de todos os ambientes (Tabela 3).

A cultivar BRSMG 752S demonstrou baixa adaptabilidade. Seu desempenho foi de apenas 91,66% da média geral (Tabela 3).

Tabela 3 Tabela de médias conjuntas para o caráter produtividade de grãos em kg.ha<sup>-1</sup> em diferentes genótipos. UFLA, Lavras, 2015.

Genótipos	Produtividade (kg.ha <sup>-1</sup> )
BRSMG 760SRR	3507a
BRSMG 820RR	3440a
BRSMG 810C	3025b
BRSMG 780RR	3007b
BRSMG 771	2997b
BRSMG 752	2882c

As médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 95% de confiabilidade.

Em relação à produtividade por ambiente (Tabela 4), o pior rendimento foi obtido no ambiente 5. Neste caso, o rendimento foi de apenas 84,16% da média geral. Resultado este bem inferior aos obtidos nos ambientes 7, 4 e 3 (Tabela 4).

Tabela 4 Tabela de médias conjuntas para o caráter produtividade de grãos em kg.ha<sup>-1</sup> em diferentes ambientes. UFLA, Lavras, 2015.

Ambientes	Descrição	Produtividade (kg.ha <sup>-1</sup> )
7	Sacramento 12/13	3618a
4	Muzambinho 11/12	3509b
3	Lavras 12/13	3385c
8	Patos de Minas 11/12	3163d
1	Iraí de Minas 11/12	3136d
9	Patos de Minas 12/13	3118d
2	Iraí de Minas 12/13	2859e
6	Uberaba 12/13	2853e
5	Uberaba 11/12	2645f

As médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 95% de confiabilidade.

Quando se dispõe de várias cultivares em diversos ambientes, uma alternativa que se perfaz é a identificação de cultivares com maior adaptabilidade e estabilidade. Neste caso, realizou-se a análise de Wricke (Tabela 5). Veja que as cultivares BRSMG 810C e BRSMG 820RR foram as que menos contribuíram para a interação. Por outro lado, a BRSMG 760SRR apesar de apresentar bom desempenho médio, contribuiu para 23,37% da



interação. A cultivar que contribui menos para a interação é a BRSMG 810C, contudo associada à baixa produtividade média (Tabela 5).

Com objetivo de identificar cultivares com menor risco de adoção, procedeu-se também a análise de Annicchiarico (1992). Veja que a cultivar BRSMG 820RR foi a que apresentou menor risco, índice de confiança superior a 110%, isto é, na pior das hipóteses esta cultivar apresentará um desempenho médio de 10% a mais do que a média do ambiente (Tabela 5).

Tabela 5 Valores médios de Ecovalência de Wricke (Wi) e Índice de Confiança de Annicchiarico (Ii). UFLA, Lavras, 2015.

Genótipos	Wi%	Ii%
BRSMG 771	16,90	94,21
BRSMG 752S	21,35	90,37
BRSMG 810C	9,53	95,54
BRSMG 820RR	10,79	110,13
BRSMG 780RR	18,07	97,06
BRSMG 760SRR	23,37	112,69
Total	100	-

#### 4 DISCUSSÃO

A precisão experimental, como já comentado, foi alta. Este fato pode ser justificado pelo número de ambientes disponíveis. Quanto maior o número de repetições, melhor serão as estimativas e a precisão com as inferências e as recomendações (RAMALHO et al., 2012).

Como já comentado, houve diferença significativa entre as cultivares. Embora estas sejam de um mesmo programa de melhoramento, há diferenças quanto ao *background* genético, ciclo e outros atributos, garantido assim a existência de variabilidade para o presente estudo. Outros trabalhos também reportam essa existência de variação (PIRES et al., 2012; REZENDE; CARVALHO, 2007; FLECH et al., 2007). Este fato foi fundamental para que a interação G x A também fosse significativa.

A diferença entre os ambientes pode ser explicada pelos fatores ambientais previsíveis e imprevisíveis (ALLARD; BRADSHAW, 1964), pois as cultivares foram testadas em locais e anos agrícolas diferentes. Os ambientes explicaram aproximadamente 15,00% da variação total, evidenciando assim a necessidade da realização de experimentos em vários locais/anos agrícolas.

A interação G x A foi responsável por mais de 37% da variação total observada. Este componente reporta que as cultivares testadas não apresentaram coincidências nos diferentes ambientes avaliados quanto ao desempenho produtivo. A decomposição da interação evidenciou que há predomínio do tipo complexa, representando 71,65% da interação. Os 28,35% restantes constituem a interação simples. A interação complexa não é desejada pelos melhoristas, pois quando esta existe tem-se alteração no ranqueamento das cultivares. Neste contexto, a identificação de cultivares com maior adaptabilidade/estabilidade é uma ferramenta oportuna.

Neste trabalho realizou-se duas análises distintas, Wricke e Annicchiarico, porém complementares. Pelo método de Wricke é possível identificar as cultivares com maior estabilidade agrônômica, isto é,

contribuem pouco para a interação e associam responsividade à melhoria dos fatores ambientais. A cultivar BRSMG 820RR é responsiva e contribui pouco para a interação. Contudo, deve-se destacar que as cultivares BRSMG 771 e BRSMG 780RR, apesar de contribuírem pouco para a interação, apresentam baixa produtividade. Este tipo de estabilidade é conhecida como biológica, estável, porém associando baixa média.

A análise de Annicchiarico permite identificar cultivares com maior índice de confiança, ou seja, menor risco. A cultivar BRSMG 820RR demonstra alta produtividade e baixo risco, corroborando assim os comentários mencionados anteriormente. Sendo assim, pode se inferir que esta cultivar além de apresentar boa estabilidade, possui desempenho superior à média dos ambientes.

## 5 CONCLUSÕES

As cultivares BRSMG 820RR e BRSMG 760SRR apresentam ampla adaptabilidade e estabilidade.

A cultivar BRSMG 820RR apresenta melhor índice de confiança e pequena contribuição para a interação.

## REFERÊNCIAS

ALLARD, R. W.; BRADSHAW, A. D. Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, Madison, v. 4, n. 5, p. 503-508, 1964.

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

BARROS, H. B.; SEDIYAMA, T ; FIDELIS, R. R. ; CAPONE, A. .Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja por meio de métodos uni e multivariado. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, p. 49-58, 2012.

CARVALHO, C. G. P. de; ARIAS, C. A. A.; TOLEDO, J. F. F. de; ALMEIDA, L. A. de; KIIHL, R. A. S.; OLIVEIRA, M. F. de. Interação genótipo x ambiente no desempenho produtivo da soja no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n.n. 7, p. 989-1000, 2002.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: **5ª Aproximação**. Viçosa, MG, 1999. 359 p.

CRUZ, C.D.; CASTOLDI, F.L. Decomposição da interação genótipos x ambientes em partes simples e complexa. **Revista Ceres**, v.38, p.422-430, 1991.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. Ed. Viçosa: Editora UFV, 2004. 480 p.

FERREIRA, D.F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4. 1. pacote computacional).

FLECK, N. G. ; LAMEGO, F.P. ; SCHAEGLER, C.E. ; FERREIRA, F.B. Resposta de cultivares de soja à competição com cultivar simuladora da

infestação de plantas concorrentes. **Scientia Agraria** (UFPR), v. 8, p. 213-218, 2007.

KANG, M. S.; GAUCH Jr., H. G. **Genotype by environment interaction**. New York: CRC Press, 1996. 416 p.

LIMA, W. F.; PÍPOLO, A. E. ; MOREIRA, J. U. V. ; CARVALHO, C. G. P. ; PRETE, C. E. C. ; ARIAS, C. A. A. ; OLIVEIRA, M. F. ; SOUZA, G. E. ; TOLEDO, J. F. F. Interação genótipo-ambiente da soja convencional e transgênica resistente a glifosato, no Estado do Paraná, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 729-736, 2008.

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

LIN, C. S.; BINNS, M. R.; LEFROVITCH, L. P. Stability Analysis: Where Do We Stand? **Crop Science**, Madison, v. 26, n. 5, p. 894-899, 1986.

MARQUES, M. C. ; HAMAWAKI, O. T. ; SEDIYAMA, T. ; BUENO, M. R. ; CRUZ, C. D. ; REIS, M.S. ; NOGUEIRA, A.P.O. . Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja em diferentes épocas de semeadura. **Bioscience Journal** (UFU. Impresso), v. 27, p. 59-69, 2011.

PELUZIO, J. M. et al. Análise de regressão e componentes principais para estudo da adaptabilidade e estabilidade em soja. **Scientia Agrária**, v. 09, n. 04, p. 455-462, 2008.

PIRES, L. P. M. ; PELUZIO, J. M. ; CANCELLIER, L. L. ; SANTOS, G. R. R. ; Colombo, G. A. ; Afférrri, F. S. . Performance Of Soybean Genotypes In Central-South Region On Tocantins State, Crop Season 2009/2010. **Bioscience Journal (Online)**, v. 23, p. 214-223, 2012.

RAMALHO, M. A. P.: SANTOS, J. B.; ABREU, A. F. B.; NUNES, J. A. R. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. UFLA. V.1, p. 365, 2012

RESENDE, M.D.V. de. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975p.

REZENDE, P. M.de ; CARVALHO, E. A. Avaliação de cultivares de soja [Glycine max (L.) Merrill] para o Sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 1616-1623, 2007.

SCOTT, A.; KNOTT, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. **Biometrics**, Washington D.C., v.30, n.3, p.507-512, 1974.

VASCONCELOS, E.S.; REIS, M.S.; CRUZ, C.D.; SEDIYAMA, T.; SCAPIM, C. A. Adaptability and stability of semilate and late maturing soybean genotypes in Minas Gerais state. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 32, n. 3, p. 411-415, 2010

WRICKE, G. Zur berechnung der okovalenz bei sommerweizen und hafer. **Zeitschrift Fur Pflanzenzuchtung**, v.52, p.127-138, 1965.

## APÊNDICE

Tabela 1A Resumo da análise de variância individual para os caracteres produtividade em kg.ha<sup>-1</sup> (P), massa de 100 grãos em g (MG), altura de plantas em cm (AL), altura de inserção do 1º Legume em cm (AI) e acamamento (AC), para ensaio conduzido em Iraí de Minas, no ano agrícola 2011/2012.

FV	GL	QM				
		P	MG	AL	AI	AC
Densidades (D)	3	3026243,24*	0,99	1498,14*	121,64*	0,64*
Repetição	2	213720,74	1,47	101,39	6,59	0,16
Erro (a)	6	94459,60	0,22	21,75	4,28	0,07
Cultivares (C)	5	4747561,81*	12,88*	1629,72*	229,51*	2,35*
D x C	15	216442,39*	0,47	103,42	6,92	0,38
Erro (b)	40	96790,37	0,31	73,75	6,94	0,26
Fc (Cultivares)		49,05	4,49	22,09	33,05	8,94
Acurácia		98,97	88,16	97,71	98,47	94,24
CV 1 (%)		9,80	3,35	5,98	15,94	21,07
CV 2 (%)		9,92	4,02	11,00	20,29	39,77
Média Geral		3136,04	14,01	78,06	12,98	1,29

\*Significativo a 95% de confiabilidade pelo teste F.

Tabela 2A Resumo da análise de variância individual para os caracteres produtividade em kg.ha<sup>-1</sup> (P), massa de 100 grãos em g (MG), altura de plantas em cm (AL), altura de inserção do 1º legume em cm (AI) e acamamento (AC), para ensaio conduzido em Iraí de Minas, no ano agrícola 2012/2013.

FV	GL	QM				
		P	MG	AL	AI	AC
Densidades (D)	3	4469901,69*	0,71	883,59*	218,38*	0,16
Repetição	2	30955,65	0,65	122,59	16,29	0,94*
Erro (a)	6	64899,83	0,72	74,63	25,44	0,18
Cultivares (C)	5	2228785,84*	61,88*	125,38*	147,63*	2,93*
C x D	15	222418,65*	0,86	62,93	18,57	0,45
Erro (b)	40	86775,86	0,63	45,87	21,15	0,38
Fc (Cultivares)		25,68	97,44	2,73	6,98	7,56
Acurácia		98,03	99,49	79,60	92,56	93,15
CV 1 (%)		8,91	5,24	9,05	26,34	25,34
CV 2 (%)		10,30	4,91	7,10	24,01	37,14
Média Geral		2858,91	16,23	95,44	19,15	1,67

\*Significativo a 95% de confiabilidade pelo teste F.



Tabela 3A Resumo da análise de variância individual para os caracteres produtividade em kg.ha<sup>-1</sup> (P), massa de 100 grãos em g (MG), altura de plantas em cm (AL), altura de inserção do 1º legume em cm (AI) e acamamento (AC), para ensaio conduzido em Lavras, no ano agrícola 2012/2013.

FV	GL	QM				
		P	MG	AL	AI	AC
Densidades (D)	3	1152438,11	3,15	837,37*	95,09	0,79
Repetição	2	379366,94	0,05	42,36	9,73	0,79
Erro (a)	6	294732,47	1,42	56,11	20,64	1,23
Cultivares (C)	5	1324466,35*	105,87*	437,67*	1,08	2,45
C x D	15	118625,42*	0,84	51,81	7,55	0,59*
Erro (b)	40	60429,56	1,42	40,44	8,52	0,55
Fc (Cultivares)		21,91	74,08	10,82	0,12	4,40
Acurácia		97,69	99,49	95,26	-	87,90
CV 1 (%)		16,04	6,91	8,91	25,52	80,86
CV 2 (%)		7,26	6,93	7,56	16,40	54,34
Média Geral		3384,93	17,26	84,10	17,80	1,37

\*Significativo a 95% de confiabilidade pelo teste F.

Tabela 4A Resumo da análise de variância individual para os caracteres produtividade em kg.ha<sup>-1</sup> (P), massa de 100 grãos em g (MG), altura de plantas em cm (AL), altura de inserção do 1º legume em cm (AI) e acamamento (AC), para ensaio conduzido em Muzambinho, no ano agrícola 2011/2012.

FV	GL	QM				
		P	MG	AL	AI	AC
Densidades (D)	3	600038,89	0,46	1076,12*	83,75	1,21
Repetição	2	36732,84	2,61	423,42	56,73	2,42
Erro (a)	6	167628,82	3,61	145,19	24,61	0,58
Cultivares (C)	5	2591015,18*	33,77*	2638,59*	178,40*	5,69*
C x D	15	217585,79*	2,45	98,82	24,18	0,87
Erro (b)	40	51260,07	1,93	145,93	15,45	0,60
Fc (Cultivares)		50,54	17,49	18,08	11,54	9,47
Acurácia		99,00	97,09	97,19	95,56	94,57
CV 1 (%)		11,67	9,97	13,70	26,11	30,93
CV 2 (%)		6,45	7,29	13,73	20,69	31,39
Média Geral		3508,67	19,06	87,95	19,00	2,46

\*Significativo a 95% de confiabilidade pelo teste F.

Tabela 5A Resumo da análise de variância individual para os caracteres produtividade em kg.ha<sup>-1</sup> (P), massa de 100 grãos em g (MG), altura de plantas em cm (AL), altura de inserção do 1º legume em cm (AI) e acamamento (AC), para ensaio conduzido em Patos de Minas, no ano agrícola 2011/2012.

FV	GL	QM				
		P	MG	AL	AI	AC
Densidades (D)	3	954892,24*	0,77	464,38*	78,68*	0,34
Repetição	2	4934,67	1,03	17,54	13,87	0,18
Erro (a)	6	143315,77	0,22	35,80	16,15	0,12
Cultivares (C)	5	18835927,64*	30,95*	709,85*	45,75*	1,91*
C x D	15	170881,12*	0,88	38,40	12,42	0,38
Erro (b)	40	58551,96	0,49	36,18	8,25	0,25
Fc (Cultivares)		321,69	62,06	19,61	5,54	7,48
Acurácia		99,84	99,19	97,41	90,52	93,07
CV 1 (%)		14,31	2,96	7,63	18,73	26,80
CV 2 (%)		9,15	4,43	7,67	13,39	38,31
Média Geral		2645,14	15,93	78,45	21,45	1,31

\*Significativo a 95% de confiabilidade pelo teste F.

Tabela 6A Resumo da análise de variância individual para os caracteres produtividade em kg.ha<sup>-1</sup> (P), massa de 100 grãos em g (MG), altura de plantas em cm (AL), altura de inserção do 1º legume em cm (AI) e acamamento (AC), para ensaio conduzido em Patos de Minas, no ano agrícola 2012/2013.

FV	GL	QM				
		P	MG	AL	AI	AC
Densidades (D)	3	9103724,03*	1,62	108,16	18,19	0,16
Repetição	2	169134,36	1,63	5,09	10,72	0,12
Erro (a)	6	81338,97	0,53	25,09	5,35	0,06
Cultivares (C)	5	1538644,93*	13,22*	1177,08*	62,64*	0,20
C x D	15	160791,36	0,67	32,22	10,18	0,13
Erro (b)	40	117769,73	0,73	23,11	4,12	0,08
Fc (Cultivares)		13,06	18,11	50,92	15,17	2,40
Acurácia		96,09	97,19	99,01	96,64	76,37
CV 1 (%)		10,00	4,65	7,35	19,04	24,33
CV 2 (%)		12,03	5,41	7,06	16,72	26,65
Média Geral		2852,54	15,79	68,13	12,15	1,08

\*Significativo a 95% de confiabilidade pelo teste F.

Tabela 7A Resumo da análise de variância individual para os caracteres produtividade em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (P), massa de 100 grãos em g (MG), altura de plantas em cm (AL), altura de inserção do 1º legume em cm (AI) e acamamento (AC), para ensaio conduzido em Sacramento, no ano agrícola 2012/2013.

FV	GL	QM				
		P	MG	AL	AI	AC
Densidades (D)	3	2003439,35*	0,93	272,53*	97,42*	1,44
Repetição	2	535072,09	1,64	135,43	38,93	2,51
Erro (a)	6	94329,67	1,04	41,44	10,74	0,84
Cultivares (C)	5	2878378,95*	40,51*	417,71*	13,18	5,02*
C x D	15	428271,98	0,64	23,63	8,73	0,91
Erro (b)	40	237457,32	0,76	18,52	9,04	0,49
Fc (Cultivares)		12,12	53,15	22,54	1,45	10,10
Acurácia		95,78	99,05	97,76	55,70	94,92
CV 1 (%)		8,49	5,83	6,65	18,94	35,25
CV 2 (%)		13,47	4,97	4,44	17,38	27,01
Média Geral		3617,52	17,56	96,84	17,30	2,61

\*Significativo a 95% de confiabilidade pelo teste F.

Tabela 8A Resumo da análise de variância individual para os caracteres produtividade em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (P), massa de 100 grãos em g (MG), altura de plantas em cm (AL), altura de inserção do 1º legume em cm (AI) e acamamento (AC), para ensaio conduzido em Uberaba, no ano agrícola 2011/2012.

FV	GL	QM				
		P	MG	AL	AI	AC
Densidades (D)	3	409465,59	1,20	194,60*	29,20	0,06
Repetição	2	580254,48	4,10	112,68	68,72*	0,02
Erro (a)	6	115650,20	0,92	34,49	6,37	0,08
Cultivares (C)	15	2428363,71	10,76*	267,21*	10,58	0,10
C x D	15	196236,90*	1,08	80,62	6,84	0,02
Erro (b)	40	84456,19	0,93	85,35	9,90	0,06
Fc (Cultivares)		28,75	11,48	3,13	1,07	1,72
Acurácia		98,24	95,54	82,49	25,57	64,69
CV 1 (%)		10,75	6,74	6,79	15,59	27,18
CV 2 (%)		9,19	6,78	10,68	19,44	23,12
Média Geral		3163,01	14,28	86,48	16,19	1,07

\*Significativo a 95% de confiabilidade pelo teste F.

Tabela 9A Resumo da análise de variância individual para os caracteres produtividade em kg.ha<sup>-1</sup> (P), massa de 100 grãos em g (MG), altura de plantas em cm (AL), altura de inserção do 1º legume em cm (AI) e acamamento (AC), para ensaio conduzido em Uberaba, no ano agrícola 2012/2013.

FV	GL	QM				
		P	MG	AL	AI	AC
Densidades (D)	3	5191528,38*	1,71	450,38*	14,68	1,01*
Repetição	2	264348,65	1,87	21,12	7,68	0,11
Erro (a)	6	108479,41	0,48	59,21	5,06	0,06
Cultivares (C)	5	945495,18*	3,91*	570,95*	11,74	1,42*
C x D	15	173878,20*	0,52	49,63	9,34	0,16
Erro (b)	40	56809,95	0,44	36,69	8,10	0,13
Fc (Cultivares)		16,64	8,82	15,56	1,45	10,84
Acurácia		96,64	94,14	96,73	55,70	95,10
CV 1 (%)		10,56	4,59	8,35	13,43	18,41
CV 2 (%)		7,64	4,41	6,58	16,98	25,56
Média Geral		3118,10	15,12	92,12	16,76	1,41

\*Significativo a 95% de confiabilidade pelo teste F.