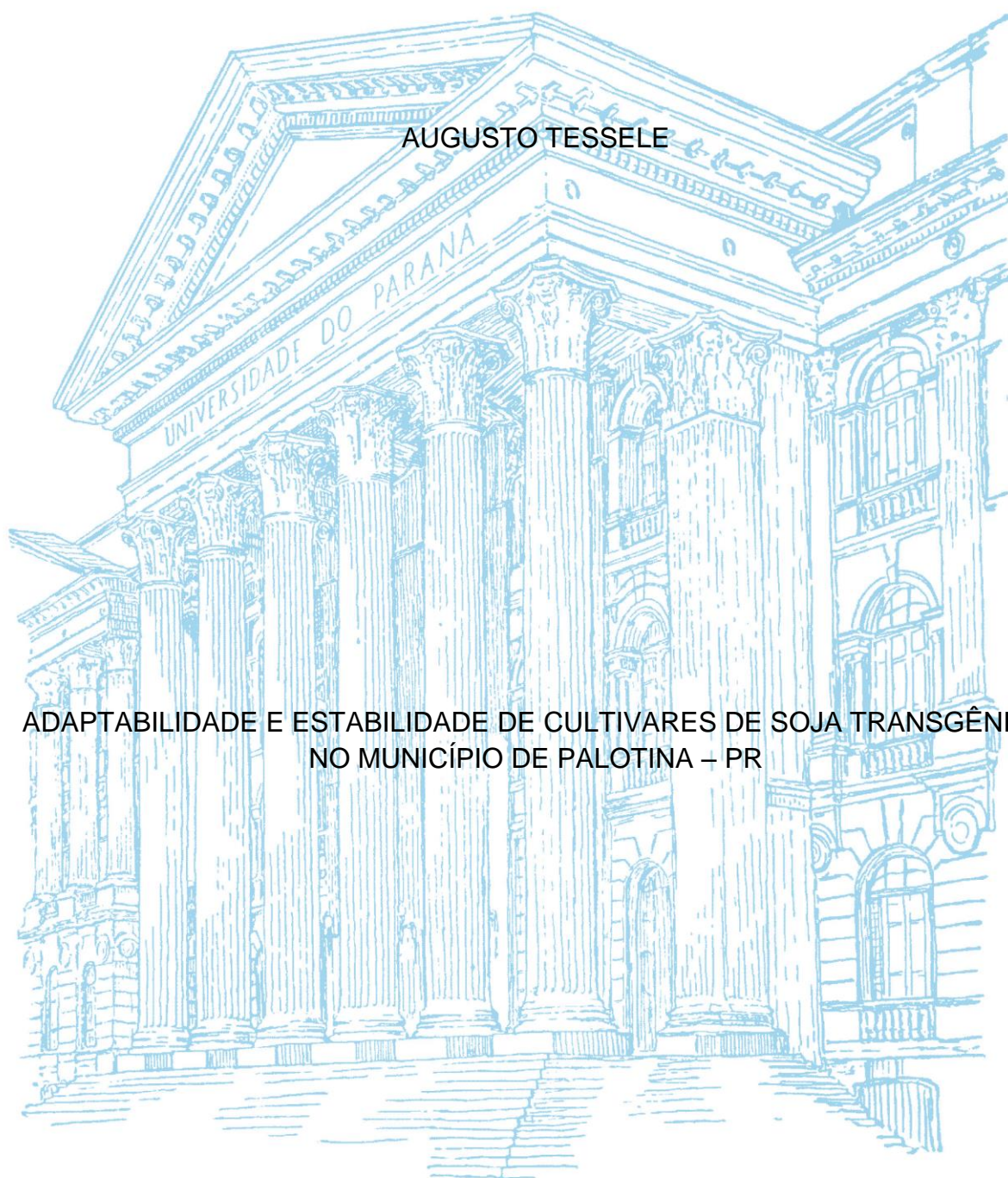


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

AUGUSTO TESSELE



ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE CULTIVARES DE SOJA TRANSGÊNICA  
NO MUNICÍPIO DE PALOTINA – PR

PALOTINA  
2015

AUGUSTO TESSELE

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE CULTIVARES DE SOJA TRANSGÊNICA  
NO MUNICÍPIO DE PALOTINA – PR

Trabalho apresentado como requisito parcial à  
obtenção do título de Agrônomo no curso de  
graduação em Agronomia, da Universidade  
Federal do Paraná, Setor Palotina.

Orientador: Prof. Dr. Robson Fernando Missio

PALOTINA  
2015



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR PALOTINA  
Departamento de Ciências Agrônômicas  
Rua Pioneiro, 2153, Jardim Dallas – 85950-000 – Palotina – P  
Tel.: (44) 3211-1319 – www.campuspalotina.ufpr.br

## TERMO DE APROVAÇÃO

AUGUSTO TESSELE

### ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE CULTIVARES DE SOJA TRANSGÊNICA NO MUNICÍPIO DE PALOTINA – PR

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Agrônomo no curso de Agronomia, pela seguinte banca examinadora:

Prof. Dr. Robson Fernando Missio  
Orientador – Departamento de Ciências Agrônômicas da Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina, UFPR.

Mestre Sérgio Luiz Marchi  
Supervisor DM – TMG – Tropical Melhoramento e Genética.

Prof. Dr. Vilson Luis Kunz  
Docente - Departamento de Ciências Agrônômicas da Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina, UFPR.

Palotina, 07 de Julho de 2015

*Aos meus pais, que sempre me apoiaram incondicionalmente e me mostraram a importância do estudo.*

*Ao meu avô, agricultor desde criança, cuja paixão pelo campo me cativou a estudar agronomia*

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por ter me dado uma vida perfeita, permitindo-me levantar todos os dias e lutar pelos meus sonhos.

A minha família, por sempre me apoiar e incentivar os meus estudos.

Ao professor Robson Fernando Missio que, desde o início da graduação, acompanhou, orientou e colaborou no desenvolvimento de trabalhos de pesquisa.

À empresa Tropical Melhoramento e Genética pelo apoio e suporte em todas as etapas de elaboração deste trabalho, na pessoa de Sérgio Marchi, Fernando Borges e Daniel Sbardelotto.

Aos vários amigos que, independente das condições, sempre estiveram presentes e empenhados no auxílio das atividades, tornando possível a realização deste trabalho.

À Fundação Araucária pelo apoio financeiro para a condução do trabalho.

Ele pôs diante de ti a água e o fogo:  
Estende a mão para aquilo que desejares.  
A vida e a morte, o bem e o mal estão diante do homem;  
O que ele escolher, isso lhe será dado,  
Porque grande é a sabedoria de Deus.

*Eclesiástico – Liberdade do homem em face do pecado*

## RESUMO

Há um elevado número de cultivares disponíveis para o cultivo nas diferentes regiões produtoras e, embora apresentem um bom desempenho agrônomico, as variações nos ambientes de produção podem provocar alterações no rendimento das culturas. Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja transgênicas recomendadas para a região de Palotina. Foram avaliadas 10 cultivares, em cinco ambientes, nos anos agrícolas de 2013/2014 e 2014/2015. Foram conduzidos em campo, em DBC, com três repetições e parcelas de quatro linhas de cinco metros. Os dados obtidos da produtividade foram submetidos a análises de variância. Foram estimadas a adaptabilidade e estabilidade das cultivares pelo método de Eberhart e Russel e pelo MHPRVG. Por meio da análise conjunta verificou-se efeito significativo entre as cultivares, entre os ambientes e para a interação GxA. Com base na metodologia de Eberhart e Russel, as cultivares TMG 7060 IPRO, TMG 7062 IPRO e NA 5909 RG apresentaram-se estáveis e adaptadas para serem cultivadas no município de Palotina-PR. A cultivar TMG 1264 RR, que apresentou a melhor média produtiva entre as cultivares, obteve um coeficiente da regressão superior a 1 ( $\beta_1 > 1$ ), indicando uma alta adaptabilidade a ambientes favoráveis e com baixa previsibilidade de comportamento ( $\sigma^2_{di} > 0$ ), podendo o seu cultivo ser cautelarmente recomendado em ambientes favoráveis. Pela metodologia MHPRVG, as cultivares NA 5909 RG, TMG 7060 IPRO, TMG 7161 RR, TMG 1264 RR e TMG 7062 RR apresentaram os melhores resultados. Com base na convergência dos resultados obtidos das metodologias de Eberhart e Russel e MHPRVG, as melhores cultivares para adaptabilidade e estabilidade para o município de Palotina-PR são: TMG 7062 IPRO, TMG 7060 IPRO e NA 5909 RG

Palavras-chave: Adaptabilidade, Estabilidade, Cultivares, *Glycine max* L.

## ABSTRACT

There is a large number of soybean cultivars available to be cultivated in the many regions that soybean is cultivated and, even though their yield is high, the environmental variation can lead to an alteration in the expected yield. So, the aim of this study was to evaluate the adaptability and stability of transgene soybean cultivars in Palotina. There were evaluated 10 cultivars, in five environments, in the 2013/2014 and 2014/2015 harvests. The randomized block design was used, with three repetitions. The plots contained four seeding lines with five meters each. The yield data obtained was subjected to variance analysis. The adaptability and stability was obtained according to the Eberhart and Russel and MHPRVG methods. The first evaluation showed a significant variation in the interaction genotypes x environments. Based on the Eberhart and Russel method, the cultivars TMG 7060 IPRO, TMG 7062 IPRO and NA 5909 RG are stable and adaptable to be cultivated in Palotina. The cultivar TMG 1264 RR, which showed the highest yield, was classified with a regression coefficient over one ( $\beta_1 > 1$ ), indicating high adaptability to favorable environment and low stability ( $\sigma^2_{di} > 0$ ). In this situation, the cultivation of this cultivar can be wisely made in favorable environments. According to the MHPRVG method, the cultivars NA 5909 RG, TMG 7060 IPRO, TMR 7161 RR, TMG 1264 RR and TMG 7062 IPRO were best qualified. Based in the convergence of either methods, the most adopted and stable cultivars to be cultivated in Palotina are TMG 7062 IPRO, TMG 7060 IPRO e NA 5909 RG

Key-words: adaptability, stability, cultivars, *Glycine max* L.

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1. ALGUMAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DAS CULTIVARES SELECIONADAS PARA O ESTUDO.....	16
TABELA 2. ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA PARA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS (KG HA <sup>-1</sup> ) DE GENÓTIPOS DE SOJA AVALIADOS EM CINCO AMBIENTES, NO MUNICÍPIO DE PALOTINA-PR, NAS SAFRAS 2013/2014 E 2014/2015 .....	20
TABELA 3. RENDIMENTO MÉDIO, ESTIMATIVAS DOS COEFICIENTES DE REGRESSÃO (B <sub>1</sub> ), DOS DESVIOS DA REGRESSÃO ( $\Sigma^2_{DI}$ ) E COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R <sup>2</sup> ) PELO MÉTODO DE EBERHART E RUSSEL (1966) DAS CULTIVARES DE SOJA NO MUNICÍPIO DE PALOTINA, PR .....	21
TABELA 4. DESCRIÇÃO SIMPLIFICADA DO RESULTADO DA ANÁLISE DE ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE PARA AS CULTIVARES UTILIZADAS NO ESTUDO, SEGUNDO A METODOLOGIA DE EBERHART E RUSSEL (1966) .....	22
TABELA 5. MÉDIA PRODUTIVA DOS CINCO AMBIENTES AVALIADOS.....	23
TABELA 6. ESTABILIDADE DE VALORES GENOTÍPICOS (MHVG) SEGUNDO A MÉTODO DA MÉDIA HARMÔNICA DA PERFORMANCE RELATIVA DOS VALORES GENÉTICOS PREDITOS .....	25
TABELA 7. ADAPTABILIDADE (PRVG) SEGUNDO O MÉTODO DA MÉDIA HARMÔNICA DA PERFORMANCE RELATIVA DOS VALORES GENÉTICOS PREDITOS .....	26
TABELA 8. ESTABILIDADE E ADAPTABILIDADE (MHPRVG*MG), SEGUNDO O MÉTODO DA MÉDIA HARMÔNICA DA PERFORMANCE RELATIVA DOS VALORES GENÉTICOS PREDITOS, PARA AS DEZ CULTIVARES AVALIADAS NO ESTUDO .....	27

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>28</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>29</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O cultivo comercial da soja no Brasil, que se iniciou na década de 1940 no estado do Rio Grande do Sul, passou a ter expressão somente após o Plano Marshall, adotado pelo o governo norte-americano em 1947, que visava auxiliar na reestruturação dos países europeus devastados pela Segunda Guerra Mundial. Como parte da ajuda, os EUA impuseram a Europa comprar a sua soja, fato que veio a consolidar mundialmente a cultura (SCHLESINGER; NORONHA, 2006).

Todavia, na década de 1970, uma quebra de produção Norte-Americana de soja colocou a Europa e Japão em estado de alerta. Como solução para a oferta de soja, estimulou-se a sua produção na América do Sul, especialmente no Brasil e Argentina, e mais tardar no Paraguai, Bolívia e Uruguai (SCHLESINGER; NORONHA, 2006).

Como decorrência dos incentivos externos e de políticas públicas, o Brasil, cuja produção era detida majoritariamente na região Sul, iniciou a expandir a área de soja para os demais estados brasileiros, especialmente no Centro-Oeste (SCHLESINGER; NORONHA, 2006). Desde então a cultura começou a se difundir rapidamente, atingindo o patamar de cultura com maior crescimento em área cultivada nas ultimas três décadas e correspondendo a 49% da área plantada em grãos do país (31,33 milhões de hectares) (MAPA, 2015; CONAB, 2015).

Atualmente, a estimativa de produção de soja para a safra 2014/2015 é de 93,26 milhões de toneladas (CONAB, 2015). Este grande salto de produção, que no final da década de 1970 era de pouco mais de 10 milhões de toneladas, está associado à expansão da cultura, que com uma maior área cultivada resulta em uma maior produção total, e principalmente aos avanços tecnológicos, que proporcionaram o desenvolvimento de cultivares mais produtivas e adaptadas as novas regiões produtoras, além de tecnologias que vieram a facilitar o manejo da cultura (IEA, 2013).

Dentre as principais tecnologias desenvolvidas destaca-se a tolerância ao herbicida Glyphosate (soja RR), que possibilita o controle de plantas daninhas após a emergência da cultura. Esta tecnologia, obtida através da transgenia, foi amplamente aceita pelos produtores e representa cerca de 90% de toda a área cultivada com soja (CÉLERES, 2013).

Mais recentemente houve o lançamento da tecnologia Intacta RR2 PRO<sup>®</sup>, que além de proporcionar a tolerância mais eficaz ao herbicida Glyphosate, garante o controle da lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*), lagarta falsa-medideira (*Chrysodeixis includens* e *Rachiplusia nu*), broca das axilas (*Crociosema aporema*) e lagarta das maçãs (*Heliothis virescens*) além da supressão a lagartas do gênero *Helicoverpa* (*Helicoverpa zea* e *Helicoverpa armigera*) e lagarta elasmó (*Elasmopalpus lignosellus*) (MONSANTO, 2010; VERGARA, *et al.*, 2013). Ademais, através de tecnologias avançadas de mapeamento, seleção e inserção de genes em regiões do DNA controladoras da produção, esta tecnologia proporciona maior produtividade (CECCAGNO, 2013).

Atualmente existem no mercado 452 cultivares de soja RR e 177 cultivares INTACTA RR2 PRO (CULTIVARWEB, 2015), havendo uma ampla gama destas cultivares recomendadas para cada região de cultivo. Embora estas cultivares apresentem um bom desempenho agrônômico e adaptação a diversos ambientes, a exposição as variações ambientais pode provocar alterações no rendimento das cultivares, em virtude da interação genótipo x ambiente (GONÇALVES *et al.*, 2007). Segundo Prado *et al.* (2001), o rendimento de grãos (fenótipo) é resultado do genótipo, do ambiente e da interação dos genótipos em cada ambiente de produção. Este último componente ocorre, pois o rendimento dos genótipos não é constante nos diversos ambientes e reflete as diferentes respostas dos genótipos as variações ambientais (PRADO *et al.*, 2001; BOS; GALIGARI, 1997).

Sendo esta interação entre genótipo e ambiente um fenômeno biológico natural, faz-se necessário conhecê-la bem, para otimizar o processo de seleção (CHAVES, 2001). Desta forma, a identificação de genótipos que interagem significativamente com determinados ambientes pode fazer a diferença entre uma boa e uma ótima cultivar (GAUCH; ZOBEL, 1996; DUARTE; VENCOVSKY, 1999; OLIVEIRA, 2014). Ademais, a identificação de cultivares que apresentam alta estabilidade fenotípica é uma das alternativas utilizadas para atenuar o efeito da interação, uma vez que pode ser empregada em diferentes situações (EBERHART; RUSSELL, 1966; FINLAY; WILKINSON, 1963).

Neste cenário, o estudo da adaptabilidade e estabilidade é a prática que vem sendo mais vastamente empregada para atenuar o efeito da interação, uma vez que pode ser utilizada em diferentes situações (ALLARD, 1961; CRUZ *et al.*, 2006; EBERHART; RUSSELL, 1966; FINLAY; WILKINSON, 1963; PELUZIO, 1996;

PELUZIO *et al.*, 2008; VERNETTI *et al.*, 1990). Tal estudo permite identificar os cultivares de comportamento mais estável e que respondem previsivelmente às variações ambientais (PELÚZIO *et al.*, 2008).

Segundo Cruz *et al.* (2006), adaptabilidade é a capacidade de os genótipos aproveitarem vantajosamente o estímulo do ambiente e estabilidade é a capacidade de os genótipos mostrarem um comportamento altamente previsível em função do estímulo do ambiente.

Segundo Rocha (2002) e Pelúzio *et al.* (2008), as metodologias mais usadas para avaliar a adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja são aquelas baseadas em regressão linear, sendo mais utilizado o método proposto por Eberhart e Russell (1966). O Anexo 1 mostra uma revisão dos principais métodos estatísticos empregados na análise da adaptabilidade e estabilidade em trabalhos realizados com linhagens e cultivares de soja.

No método proposto por Eberhart e Russell (1966), para cada genótipo é computada uma regressão linear simples da variável avaliada, em relação a um índice ambiental (diferença entre a média de cada ambiente e a de todos os ambientes), em que os valores do coeficiente de regressão podem ser positivos ou negativos. Os negativos indicam os ambientes desfavoráveis, evidenciando áreas de cultivo cujo índice tecnológico empregado é baixo ou regiões com condições edáficas e climáticas adversas. Os positivos indicam os ambientes favoráveis, associados às regiões com condições climáticas e edáficas apropriadas à aptidão da cultura ou áreas de cultivo onde se emprega alta tecnologia de produção.

Nesta metodologia, o genótipo ideal é aquele com elevada produção média ( $\beta_{0i}$ ), coeficiente de regressão igual a um ( $\hat{\beta}_{1i} = 1$ ) e o menor desvio de regressão ( $\hat{\sigma}_{di}^2$ ) possível, isto é, aquele desvio que tem resposta positiva à melhoria das condições ambientais ( $\hat{\beta}_{1i} = 1$ ), e comportamento altamente previsível ( $\hat{\sigma}_{di}^2 = 0$ ).

Outra metodologia desenvolvida mais recentemente é a MHPRVG - Método da Média Harmônica da Performance Relativa dos Valores Genéticos Preditos - proposta por Resende (2004), que se baseia na análise dos valores genéticos por meio de modelos misto e permite efetuar simultaneamente a seleção de genótipos via produtividade, adaptabilidade e estabilidade. Este modelo considera os efeitos genotípicos como aleatórios e, assim, fornece estabilidade e adaptabilidade genotípica e permite lidar com dados desbalanceados, delineamentos não

ortogonais e heterogeneidade de variâncias. Além do mais, permite considerar erros correlacionados dentro de locais, bem como a estabilidade e adaptabilidade na seleção de indivíduos dentro de progênie. Não obstante, fornece valores genéticos já descontados (penalizados) da instabilidade e pode ser aplicado a qualquer número de ambientes. Finalmente, gera resultados na própria unidade ou escala do caráter avaliado, que podem ser interpretados diretamente como valores genéticos (ROSADO *et al.*, 2012).

O método MHPRVG ainda fornece informações adicionais, como a seleção de genótipos específicos para cada ambiente, seleção de genótipos estáveis através dos locais, seleção de genótipos com alta adaptabilidade e, como já supracitado, a seleção de genótipos por três atributos simultaneamente (produtividade, adaptabilidade e estabilidade).

## **2 OBJETIVOS**

O objetivo deste trabalho foi avaliar a adaptabilidade e estabilidade de cultivares transgênicas de soja em diferentes ambientes, durante as safras 2013/2014 e 2014/2015, no município de Palotina, PR.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados cinco ensaios de competição de cultivares nos anos agrícolas de 2013/2014 e 2014/2015, sendo constituídos de dois ensaios no primeiro ano agrícola (com semeadura em 25/09 e 10/10, correspondendo aos ambiente 1 e 2, respectivamente) e três no segundo ano agrícola (semeados em 03/10, 12/10 e 23/09 correspondendo aos ambiente 3, 4 e 5, respectivamente).

O estudo foi conduzido na área experimental da empresa Tropical Melhoramento e Genética (TMG) e em área de produção localizada próxima estação da Copel, no município de Palotina, PR (320 metros de altitude, 24° 17' 02" S e 53° 50' 24" O), cujo solo é classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico com textura muito argilosa (EMBRAPA, 1999).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições e 10 tratamentos. Os tratamentos constaram de diferentes cultivares de soja, as quais estão presentes na Tabela 1.

TABELA 1. ALGUMAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DAS CULTIVARES SELECIONADAS PARA O ESTUDO

Cultivares	Grupo de Maturação	Ciclo (dias)	Hábito de crescimento	População (mil plts ha)	Fonte
TMG 7161 RR	5.9	115-118	Indeterminado	260-310	TMG (2014)
TMG 7262 RR	6.2	115-118	Indeterminado	260-310	TMG (2014)
TMG 7363 RR	6.3	117-120	Indeterminado	260-310	TMG (2014)
TMG 1264 RR	6.4	119-125	Indeterminado	310	TMG (2014)
TMG 1266 RR	6.6	122-128	Semi-determinado	260-310	TMG (2014)
TMG 2158 IPRO	5.8	115-118	Indeterminado	310-350	TMG (2014)
TMG 7060 IPRO	6.0	115-118	Semi-determinado	310	TMG (2014)
TMG 7062 IPRO	6.2	115-120	Semi-determinado	310	TMG (2014)
NA 5909 RG	5.9	110-135	Indeterminado	320-380	Nidera (2014)
BMX Potencia RR	6.7	133	Indeterminado	250-300	Brasmax (2014)

Nos ambientes 1, 2, 3 e 4, as parcelas continham quatro linhas de cinco metros, com espaçamento de 50 cm entre fileiras, sendo a área útil da parcela de 4 metros<sup>2</sup>, correspondente às duas linhas centrais, eliminando-se 50 cm da extremidade de cada fileira. Já no ambiente 5, as parcelas continham quatro linhas de quatro metros, com 50 cm de espaçamento e área útil de 3 m<sup>2</sup>. A população de semeadura foi realizada visando uma densidade variando entre 14 e 16 plantas por

metro linear (280-320 mil plantas por hectare). No momento da semeadura, realizou-se a aplicação em linha do fertilizante 02-20-18 TopMix, na dose de 300 kg ha<sup>-1</sup>.

Os tratos culturais, como o controle de plantas daninhas e pragas, foi realizado conforme a necessidade, de acordo com as recomendações para a cultura.

A colheita das parcelas foi realizada quando as cultivares apresentaram mais de 95% das vagens com coloração de madura e mais de 50% de desfolha (R9) (FEHR, *et al.* 1971; FARIAS, *et al.* 2007), utilizando-se uma foice. Posteriormente, o material colhido foi ensacado e levado para ser trilhado. Em seguida, o material trilhado foi levado a laboratório para a avaliação da produtividade.

Os dados obtidos da produtividade foram convertidos para kg ha<sup>-1</sup> e submetidas à análise de variância individual e conjunta. Observando-se significância na interação cultivares x ambientes, foi realizada análise de adaptabilidade e estabilidade, segundo os métodos de Eberhart e Russell (1966) e MHPRVG (RESENDE, 2004).

A metodologia de Eberhart e Russell (1966) usa, na avaliação individual dos genótipos, a produtividade média do genótipo ( $\mu_i$ ), o seu coeficiente de regressão ( $\beta_1$ ) e a variância dos desvios dessa regressão ( $\sigma^2_{di}$ ), como mostra a equação abaixo:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_1 I_j + \sigma_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

$$\bar{Y}_j = \sum_j Y_{ij} / a$$

Os parâmetros coeficiente da regressão ( $\beta_1$ ) e a produtividade média do genótipo ( $\mu_i$ ) estimam a adaptabilidade do genótipo.

$$\hat{\beta}_1 = \sum_j Y_{ij} I_j / \sum_j I_j^2$$

O índice ambiental é dado por:

$$I_j = \left( \sum_j Y_{ij} \right) / g - \left( \sum_i \sum_j Y_{ij} \right) / ng$$

A variância dos desvios da regressão ( $\sigma^2_{di}$ ) mede a estabilidade do genótipo.

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

Por outro lado, a metodologia MHPRVG (Resende, 2004) não utiliza a análise de variância (ANOVA) para análise e modelagem estatística, mas lança mão do método REML (Máxima Verossimilhança Restrita), que permite lidar com as mesmas situações, porém com mais flexibilidade e eficiência na modelagem.

O seu modelo estatístico é dado pela seguinte equação:

$$Y = Xr + Zg + Wi + e$$

em que,  $y$  é o vetor de dados,  $r$  é o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados à média geral,  $g$  é o vetor dos efeitos genotípicos (assumidos como aleatórios),  $i$  é vetor dos efeitos da interação genótipo x ambiente (aleatórios) e  $e$  é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

O vetor  $r$  contempla todos as repetições de todos os locais (ajusta combinações repetição-local). Nesse caso, esse vetor contempla os efeitos de locais e de repetições dentro de locais.

Neste modelo misto, a classificação do genótipo é realizada simultaneamente para seus valores genotípicos (produtividade) e estabilidade a partir da média harmônica dos valores BLUP/REML (RESENDE, 2004). Desta forma, quanto menor o desvio padrão do desempenho genotípico entre os ambientes, maior será a média harmônica dos valores genotípicos entre ambientes (MHVG). Assim sendo, a seleção pelo MHVG proporciona a seleção simultânea para estabilidade e produtividade (OLIVEIRA *et al.*, 2005).

A adaptabilidade é obtida através da performance relativa dos valores genotípicos (PRVG), em que os valores genotípicos são expressos como uma proporção da media geral em cada local e em seguida o valor médio dessa proporção através dos ambientes é obtido (ZENI-NETO *et al.*, 2008).

Os valores de PRVG e MHPRVG indicam a superioridade média do genótipo em relação a media do ambiente em que ele é cultivado. Por sua vez, o MHPRVG\*MG, resulta de um valor genotípico médio do genótipo no ambiente

avaliado, incluindo a penalização pela instabilidade e capitalizando a adaptabilidade (ZENI-NETO *et al.*, 2008).

As análises foram realizadas por meio do software Sisvar (FERREIRA, 2011) para verificar interação significativa da interação genótipo x ambiente, que, posteriormente, levou a realização da adaptabilidade e estabilidade (EBERHART; RUSSEL, 1956) pelo software Estabilidade (UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS, 2000). Paralelamente, foi realizada a análise estatística para adaptabilidade, estabilidade e produtividade simultânea (MHPRVG) utilizando o software SelegenReml/Blup (RESENDE, 2002).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Verificou-se diferenças significativas para efeito do ambiente, genótipo e da interação genótipo x ambiente com significância a 1% de probabilidade pelo teste F (Tabela 2). Desta forma, a interação significativa genótipo x ambiente permite inferir que existe uma resposta diferente dos genótipos nos diferentes ambientes avaliados.

TABELA 2. ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA PARA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS (KG HA<sup>-1</sup>) DE GENÓTIPOS DE SOJA AVALIADOS EM CINCO AMBIENTES, NO MUNICÍPIO DE PALOTINA-PR, NAS SAFRAS 2013/2014 E 2014/2015

FV	GL	SQ	QM	FC
Bloco	2	614363,595	307181,798	2,917*
Ambiente (A)	4	168124293,119	42031073,280	399,080**
Genótipo (G)	9	7039017,074	782113,008	7,426**
Interação G*A	35	7912874,692	226082,134	2,147**
Erro Médio	96	10110723,290	105320,034	
CV %	12,56			

\* SIGNIFICATIVO A 5% E \*\* A 1% PELO TESTE F.

Com relação aos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, foram estimadas as médias dos genótipos, os coeficientes de regressão ( $\beta_1$ ), os desvios da regressão ( $\sigma^2_{di}$ ) e o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) dos genótipos (Tabela 3), conforme o método de Eberhart e Russell (1966), para caracterizar cada genótipo quanto à adaptabilidade e estabilidade de comportamento em relação à produtividade, levando-se em consideração os cinco ambientes.

As cultivares TMG 7161 RR, TMG 7060 IPRO, TMG 7062 IPRO e NA 5909 RG apresentaram produtividade média elevada (superior à média) e coeficiente de regressão estatisticamente igual a 1 ( $\beta_1 = 1$ ), sendo assim classificadas para amplas condições ambientais pela metodologia proposta. Da mesma forma, as quatro cultivares apresentaram desvio da regressão não significativo ( $\sigma^2_{di} = 0$ ), indicando alta estabilidade ou previsibilidade (Tabela 3). Tais cultivares apresentam a capacidade de responder satisfatoriamente à melhoria do ambiente e de apresentar alta capacidade produtiva em condições ambientais adversas.

TABELA 3. RENDIMENTO MÉDIO, ESTIMATIVAS DOS COEFICIENTES DE REGRESSÃO ( $\beta_1$ ), DOS DESVIOS DA REGRESSÃO ( $\sigma^2_{di}$ ) E COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO ( $R^2$ ) PELO MÉTODO DE EBERHART E RUSSEL (1966) DAS CULTIVARES DE SOJA NO MUNICÍPIO DE PALOTINA, PR

Genótipo	Produtividade Média (Kg ha <sup>-1</sup> )	$\beta_1$	$\sigma^2_{di}$	$R^2$ (%)
TMG 7161 RR	2531,84 ab	0,881375 <sup>ns</sup>	52150,09 <sup>ns</sup>	94,92
TMG 7262 RR	2523,29 ab	0,919398 <sup>ns</sup>	68466,94*	94,46
TMG 7363 RR	2386,11 b	0,974445 <sup>ns</sup>	45201,11 <sup>ns</sup>	96,13
TMG 1264 RR	2864,18 a	1,210722 <sup>++</sup>	156120,59**	94,15
TMG 1266 RR	2393,15 b	1,079992 <sup>ns</sup>	49409,40 <sup>ns</sup>	94,10
TMG 2158 IPRO	2337,15 b	0,934683 <sup>ns</sup>	193746,53**	88,75
TMG 7060 IPRO	2677,40 ab	0,956598 <sup>ns</sup>	- 2336,72 <sup>ns</sup>	98,39
TMG 7062 IPRO	2784,36 a	0,943073 <sup>ns</sup>	-13445,74 <sup>ns</sup>	98,94
NA 5909 RG	2665,67 ab	0,886493 <sup>ns</sup>	-11852,82 <sup>ns</sup>	98,70
BMX Potencia RR	2149,22 ab	1,213223 <sup>++</sup>	153529,38**	96,66
<b>Média Geral</b>	2531,24			

MÉDIAS SEGUIDAS POR UMA MESMA LETRA MINÚSCULA NA COLUNA, NÃO DIFEREM ENTRE SI, A 5% DE PROBABILIDADE, PELO TESTE DE TUKEY;

++ = SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTE A 1% DE PROBABILIDADE, PELO TESTE T.

\* E \*\* = SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTE DE 0 A 5 E 1% DE PROBABILIDADE, RESPECTIVAMENTE, PELO TESTE F.;

NS = NÃO-SIGNIFICATIVO (P > 0,05).

As cultivares TMG 7262 RR, TMG 2158 IPRO, TMG 7363 RR e TMG 1266 RR, mesmo com um baixo desempenho produtivo (média produtiva reduzida), foram classificadas, de acordo com a metodologia de Eberhart e Russel (1966), com ampla adaptabilidade. Em relação à estabilidade, somente as cultivares TMG 7363 RR e TMG 1266 RR apresentaram comportamento altamente previsível em função do estímulo do ambiente. Desta forma, em vista do mal desempenho produtivo médio e da baixa previsibilidade, o uso das cultivares TMG 7262 RR e TMG 2158 IPRO torna-se inseguro para a região.

A cultivar TMG 1264 RR apresentou a maior média produtiva, porém, juntamente com BMX Potência RR, um coeficiente da regressão superior a 1 ( $\beta_1 > 1$ ), indicando uma alta adaptabilidade a ambientes favoráveis, e com baixa previsibilidade de comportamento ( $\sigma^2_{di} > 0$ ) (Tabela 3). A utilização destas cultivares deve ser criteriosa, uma vez que em ambientes desfavoráveis, seja em regiões com baixo nível tecnológico e/ou sujeitas às variações edafoclimáticas, podem proporcionar uma redução nos seus rendimentos. Segundo Borém e Miranda (2005), esse tipo de genótipo seria o ideal em lugares com condições ambientais

controladas para poderem expressar plenamente a sua alta performance.

Em trabalho realizado por Gonçalves *et al.* (2007), o genótipo de soja mais produtivo (JB93-54323) também apresentou coeficiente de regressão superior a unidade e baixa previsibilidade de comportamento. Porém, segundo os autores, o genótipo não deve ser considerado indesejável, uma vez que apresentou elevada produtividade e bom coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

A Tabela 4 apresenta os mesmos resultados da análise de adaptabilidade e estabilidade de acordo com a metodologia de Eberhart e Russel (1966), porém de forma simplificada, para facilitar a interpretação dos dados.

TABELA 4. DESCRIÇÃO SIMPLIFICADA DO RESULTADO DA ANÁLISE DE ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE PARA AS CULTIVARES UTILIZADAS NO ESTUDO, SEGUNDO A METODOLOGIA DE EBERHART E RUSSEL (1966)

Genótipo	Média (Kg ha <sup>-1</sup> )	Adaptabilidade	Estabilidade	R <sup>2</sup> (%)
TMG 7161 RR	Média	Ampla	Previsível	94,92
TMG 7262 RR	Média	Ampla	Imprevisível	94,46
TMG 7363 RR	Baixa	Ampla	Previsível	96,13
TMG 1264 RR	Alta	Amb. favorável	Imprevisível	94,15
TMG 1266 RR	Baixa	Ampla	Previsível	94,10
TMG 2158 IPRO	Baixa	Ampla	Imprevisível	88,75
TMG 7060 IPRO	Alta	Ampla	Previsível	98,39
TMG 7062 IPRO	Alta	Ampla	Previsível	98,94
NA 5909 RG	Alta	Ampla	Previsível	98,70
BMX Potencia RR	Baixa	Amb. favorável	Imprevisível	96,66

Os valores obtidos para o caráter coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foram superiores a 94% em todas as cultivares. Este percentual elevado indica um comportamento satisfatório dos genótipos em função dos ambiente (CRUZ *et al.*, 2006). Raizer e Vencovsky (1999) relataram, em trabalho realizado com cana-de-açúcar, que valores superiores a 80% do coeficiente de determinação representam baixa dispersão de dados, sugerindo alta confiabilidade no tipo de resposta ambiental determinada pelas regressões.

No que se refere à análise dos ambientes, as médias e o índice ambiental dos ambientes estudados, realizado pelo método de Eberhart e Russell (1966), estão presentes na Tabela 5.

TABELA 5. MÉDIA PRODUTIVA DOS CINCO AMBIENTES AVALIADOS

Ambiente	Média	Índice
1	4041,33	1510,10
2	3289,60	758,36
3	2746,83	215,60
4	1008,42	-1522,82
5	1570,00	-961,24

Na metodologia proposta, os ambientes 1, 2 e 3 foram classificados como ambientes favoráveis enquanto que os ambientes 4 e 5 caracterizaram-se como desfavoráveis (Tabela 5).

O bom desempenho produtivo, especialmente nos ambientes 1 e 2 é explicado pelo bom índice pluviométrico durante o primeiro e último decêndio de Dezembro e todo o mês de Janeiro, que possibilitou um excelente crescimento vegetativo e desenvolvimento reprodutivo, proporcionando uma elevada produtividade (Figura 1). Além do mais, durante o período de desenvolvimento da cultura, o índice pluviométrico acumulado foi de 556 milímetros.

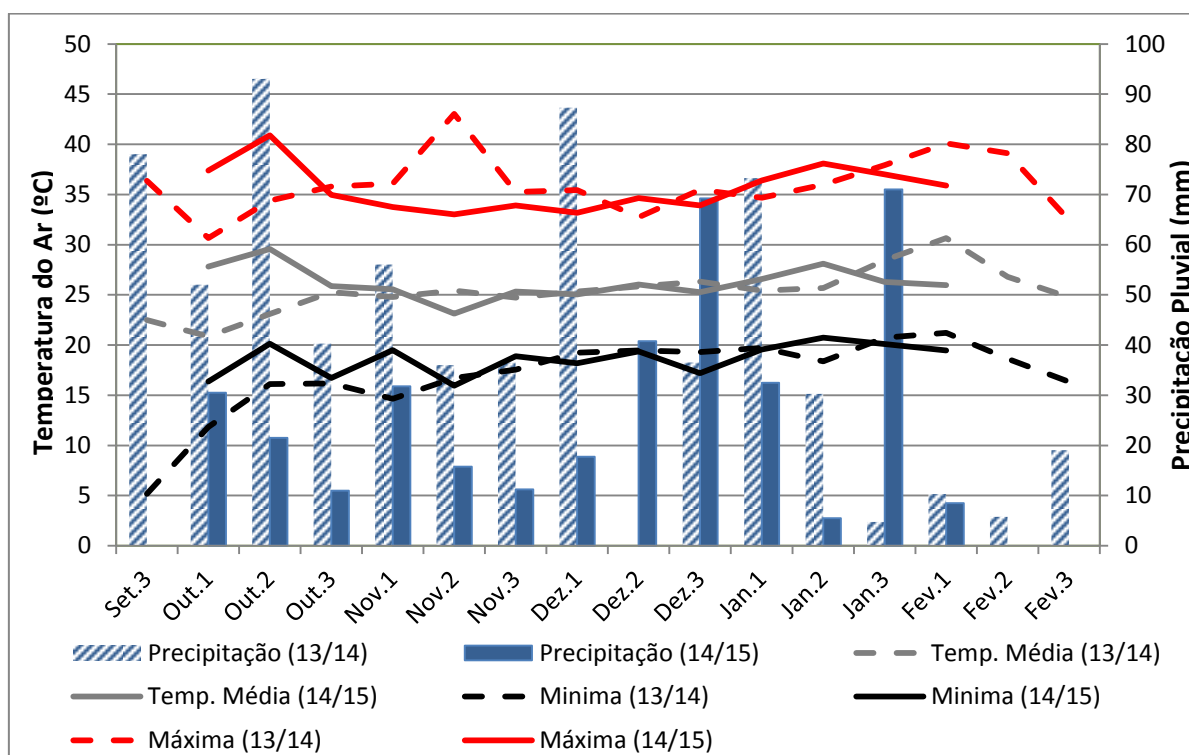


FIGURA 1. PRECIPITAÇÃO PLUVIAL E TEMPERATURA MÉDIA DO AR POR DECÊNDIO, DURANTE O CICLO DE DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DA SOJA NOS ANOS AGRÍCOLAS DE 2013/2014 E 2014/2015. FONTE: ESTAÇÃO METEOROLÓGICA C'VALE (2015).

Por outro lado, por propiciar índice ambiental negativo, os ambientes 4 e 5, foram considerados como desfavoráveis devido, principalmente, ao reduzido índice pluviométrico durante o período vegetativo, seguido de longos dias de seca durante o final do período vegetativo e reprodutivo (Figura 1). Embora a pluviosidade durante os meses de Novembro, Dezembro e Janeiro tenham apresentado valores adequados por decêndio, a distribuição foi extremamente irregular, havendo 20, 16 e 20 dias sem chuva em cada mês, respectivamente. Não obstante, o índice pluviométrico acumulado foi de 367 milímetros durante o período.

A Figura 2 demonstra a produção das cultivares TMG 7363 RR, TMG 1264 RR e TMG 7062 IPRO de acordo com os índices ambientais encontrados segundo a metodologia de Eberhart e Russel (1966). Com base no gráfico, torna-se mais fácil compreender o comportamento destas cultivares em função da variação ambiental. A cultivar TMG 1264 RR, que de acordo com a metodologia de Eberhart e Russel (1966) apresentou alta adaptabilidade, porém baixa estabilidade, teve uma produção abaixo das outras duas cultivares no ambiente mais desfavorável. Todavia, quando as condições ambientais foram tornando-se favoráveis, a cultivar foi apresentando um relevante incremento na sua produção, sendo no ambiente mais favorável muito superior as demais cultivares. Isto demonstra que o uso desta cultivar pode ser muito rentável se em condições adequadas para a sua plena expressão produtiva.

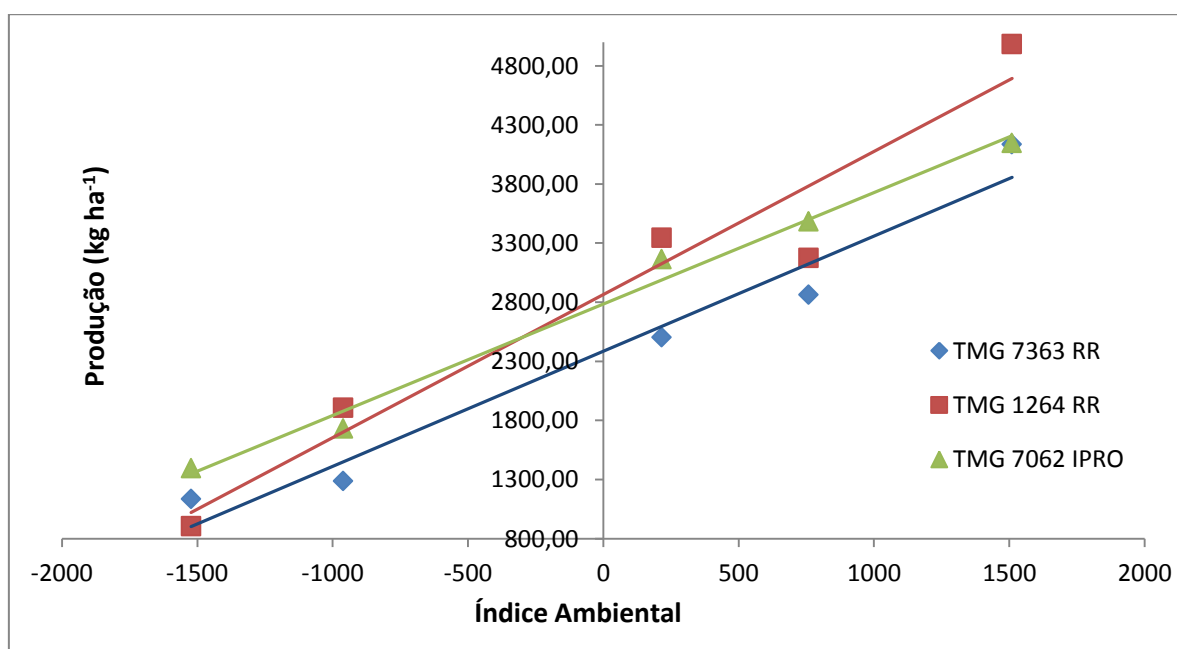


FIGURA 2. EXPRESSÃO GRÁFICA, SEGUNDO A METODOLOGIA DE EBERHART E RUSSEL (1966), PARA A PRODUÇÃO DAS CULTIVARES TMG 7363 RR, TMG 1264 RR E TMG 7062 IPRO,

DE ACORDO COM OS ÍNDICES AMBIENTAIS ENCONTRADOS.

Em contrapartida, as cultivares TMG 7363 RR e TMG 7062 IPRO foram, de acordo com a metodologia de Eberhart e Russel (1966), ideais, com alta adaptabilidade e estabilidade. Observa-se que para ambas cultivares a variação produtiva do pior para o melhor ambiente foi inferior a TMG 1264 RR, caracterizando a estabilidade destas. Todavia, embora ambas estejam de acordo com o ideótipo desta metodologia, não é viável a escolha de TMG 7363 RR em vez de TMG 7062 IPRO, visto que esta última apresenta uma média superior nos ambientes, o que assegurará uma maior rentabilidade.

A Tabela 6 contém os resultados da estabilidade (MHVG) das cultivares estudadas segundo o método da Média Harmônica da Performance Relativa dos Valores Genéticos Preditos.

TABELA 6. ESTABILIDADE DE VALORES GENOTÍPICOS (MHVG) SEGUNDO A MÉTODO DA MÉDIA HARMÔNICA DA PERFORMANCE RELATIVA DOS VALORES GENÉTICOS PREDITOS

<b>Genótipo</b>	<b>MHVG</b>
BMX Potencia RR	2508,34
NA 5909 RG	2222,28
TMG 7060 IPRO	2166,03
TMG 7161 RR	2131,55
TMG 7062 IPRO	2120,85
TMG 1264 RR	2039,66
TMG 7363 RR	1948,10
TMG 7262 RR	1834,69
TMG 1266 RR	1817,58
TMG 2158 IPRO	1775,30
Média Geral	2056,44

Segundo esta metodologia, foi observado que a cultivar BMX Potencia RR obteve a melhor estabilidade (MHVG), pois apresentou o menor valor para o desvio padrão do comportamento genotípico nos ambientes, proporcionando uma maior média harmônica dos valores genotípicos (Tabela 6). Todavia, este desvio padrão reduzido ocorreu pelo fato da cultivar não estar presente no ambiente 4, o qual apresentou a menor média geral entre os ambientes. A ausência da cultivar neste ambiente fez com que um valor muito baixo de produção não fosse computado, resultando em uma menor faixa de variação de produção nos ambientes que as demais cultivares. Desta forma, em experimentos desbalanceados, o uso

unicamente da MHVG para a seleção da estabilidade deve ser realizada com precaução, pois genótipos podem ser favorecidos ou prejudicados por não serem testados em todos os ambientes (ZENI-NETO *et al.*, 2008). Situação similar foi citada por Zeni-Neto *et al* (2008), em que, na ocasião, os dois melhores clones de cana-de-açúcar para a análise conjunta (MHPRVG) apresentaram um desempenho muito aquém para a estabilidade. Segundo os autores, o desempenho ruim foi uma penalização sofrida pelos dois clones por não estarem presentes no ambiente com maior média geral.

A Tabela 7 contém os dados adaptabilidade (PRVG) segundo o Método da Média Harmônica da Performance Relativa dos Valores Genéticos Preditos (Resende, 2004).

TABELA 7. ADAPTABILIDADE (PRVG) SEGUNDO O MÉTODO DA MÉDIA HARMÔNICA DA PERFORMANCE RELATIVA DOS VALORES GENÉTICOS PREDITOS

<b>Genótipo</b>	<b>PRVG</b>	<b>PRVG*MG</b>
NA 5909 RG	1,0837	2753,76
TMG 7060 IPRO	1,0594	2692,06
TMG 7161 RR	1,0494	2666,72
TMG 1264 RR	1,0428	2650,04
TMG 7062 IPRO	1,0375	2636,37
TMG 7363 RR	0,9774	2483,83
BMX Potencia RR	0,9686	2461,46
TMG 1266 RR	0,9449	2401,07
TMG 7262 RR	0,9433	2396,98
TMG 2158 IPRO	0,8928	2268,66
Média Geral	1	2542

Em termos de adaptabilidade, a cultivar NA 5909 RG apresentou superioridade de 1,0837 em relação à média dos cinco ambientes (PRVG). Juntamente com as cultivares TMG 7060 IPRO, TMG 7161 RR, TMG 1264 RR e TMG 7062 IPRO, foram as que apresentaram os melhores índices de adaptabilidade ou resposta positiva às variações do ambiente.

A estabilidade e adaptabilidade simultaneamente (MHPRVG), para o caráter produção de grãos das cultivares avaliadas, segundo o Método MHPRVG está presente na Tabela 8.

TABELA 8. ESTABILIDADE E ADAPTABILIDADE (MHPRVG\*MG), SEGUNDO O MÉTODO DA MÉDIA HARMÔNICA DA PERFORMANCE RELATIVA DOS VALORES GENÉTICOS PREDITOS, PARA AS DEZ CULTIVARES AVALIADAS NO ESTUDO

<b>Genótipo</b>	<b>MHPRVG</b>	<b>MHPRVG*MG</b>
NA 5909 RG	1,0794	2742,82
TMG 7060 IPRO	1,0565	2684,73
TMG 7161 RR	1,0448	2654,95
TMG 1264 RR	1,0361	2632,90
TMG 7062 IPRO	1,0350	2630,00
TMG 7363 RR	0,9766	2481,61
BMX Potencia RR	0,9670	2457,26
TMG 7262 RR	0,9399	2388,42
TMG 1266 RR	0,9383	2384,46
TMG 2158 IPRO	0,8881	2256,81
Média Geral	1	2531,40

Os melhores genótipos pelo critério MHPRVG apresentaram uma superioridade de 7,9% (NA 5909 RG), 5,65% (TMG 7060 IPRO), 4,48% (TMG 7161 IPRO), 3,61% (TMG 1264 RR) e 3,5 % (TMG 7062 IPRO) sobre a média geral dos cinco ambientes.

## 5 CONCLUSÃO

Com base na metodologia Eberhart e Russel (1966), as cultivares TMG 7060 IPRO, TMG 7062 IPRO e NA 5909 RG são estáveis e adaptadas para serem cultivadas no município de Palotina-PR. O cultivo de TMG 1264 RR poderá ser recomendado para ambientes favoráveis – boas condições edafoclimáticas e emprego de elevado nível tecnológico.

Pela metodologia MHPRVG, as cultivares NA 5909 RG, TMG 7060 IPRO, TMG 7161 RR, TMG 1264 RR e TMG 7062 IPRO apresentaram os melhores resultados, sendo aptas para o cultivo no município.

Com base na convergência dos resultados obtidos das metodologias de Eberhart e Russel (1966) e MHPRVG, recomenda-se o cultivo das cultivares TMG 7060 IPRO, TMG 7062 IPRO e NA 5909 RG para o município de Palotina-PR.

## 6 REFERÊNCIAS

ALLARD, R. W. Relationship between genetic diversity and consistency of performance in different environments. **Crop Science**, 1:127-133, 1961.

ALLIPRANDINI, L. F.; TOLEDO, JO. F. F. de.; FONSECA JUNIOR, N. S.; ALMEIDA, L. A. de.; KIIHL, R. A. de S. Análise de adaptação e estabilidade de genótipos de soja no Estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 8, p. 1321-1328, 1998.

BARROS, H. B. SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. de T.; FIDELIS, R. R.; CRUZ, C. D.; REIS, M. S. Análises paramétricas e não-paramétricas para determinação da adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 3, p. 299-309, 2008.

BARROS, H. B.; SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. de C.; REIS, M. S. (a). Análise de adaptabilidade e estabilidade em soja (*Glycine max* L.) em Mato Grosso. **Ambiência**, v. 6, n. 1, p. 75-88, 2010.

BARROS, H. B. SIDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. de C.; FIDELIS, R. R.; CRUZ, C. D.; REIS, M. S. (b) Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja avaliados no estado do Mato Grosso. **Revista Ceres**, v. 57, n. 3, p. 359-366, 2010.

BARROSO, L. M. A.; NASCIMENTO, M.; NASCIMENTO, A. C. C.; SILVA, F. F.; FERREIRA, R. de P. Uso do método de Eberhart e Russell como informação a priori para aplicação de redes neurais artificiais e análise discriminante visando a classificação de genótipos de alfafa quanto à adaptabilidade e estabilidade fenotípica. **Revista Brasileira de Biomimetria**, v. 31, n. 2, p. 176-188, 2013.

BOS, I.; GALIGARI, P. Selection methods in plant breeding. London: **Chapman e Hall**, 1997, 347 p.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 4. ed. Viçosa: UFV, 525 p., 2005.

BRASMAX. **Cultivares de Soja Região Sul**. Disponível em: <http://bugigangadigital.com.br/brasmax/cultivar/regiao-sul/produto/16>. Acesso em: 25/03/2015.

CARBONELL, S. A. M.; CHIORATO, A. F.; REDENSE, M. D. V. de.; DIAS, L. A. S.; BERALDO, A. L. A.; PERINA, E. F. Estabilidade de cultivares e linhagens de feijoeiro em diferentes ambientes no estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 66, n. 2, p. 193-201, 2007.

CAVALCANTE, A. K. **Seleção fenotípica em soja para estabilidade e tolerância ao excesso hídrico**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Uberlândia. 2012.

CAVASSIM, J. E.; BESPALHOK FILHO, J. C.; ALLIPRANDINI, L. F.; OLIVEIRA, R. A. de; DAROS, E.; GUERRA, E. P.; Stability of Soybean Genotypes and Their Classification into Relative Maturity Groups in Brazil. **American Journal of Plant Sciences**, v. 4, p. 2060-2069, 2013.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. V.2 - SAFRA 2014/15. N.6 - Sexto Levantamento. Março/2015.

CÉLERES. **Relatório biotecnologia**. Uberlândia, 2012. Disponível em: <[http://celeres.com.br/wordpress/wp-content/uploads/2012/12/RelBiotecBrasil\\_1202\\_por.pdf](http://celeres.com.br/wordpress/wp-content/uploads/2012/12/RelBiotecBrasil_1202_por.pdf)>. Acesso em: 17 fev. 2013.

CECCAGNO, H. **Produção de Semente de Soja INTACTARR2PRO na Monsanto do Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade de Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

CHAVES, L.J. Interação de genótipos com ambientes. In: NASS, L.L.; VALOIS, A.C. C.; MELO, I.S.; VALADARES-INGLIS, M.C. (ed.) **Recursos genéticos & melhoramento de plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 1183p., 2001.

CORREIA, W. R. **Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja em Minas Gerais**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia. 2007.

CRUZ, C. D. *et al.* **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4. ed. Viçosa: UFV, 390 p., 2006.

CULTIVARWEB. **Gerenciamento de Informação. Registro Nacional de Cultivares - RNC**. Disponível em: [http://extranet.agricultura.gov.br/php/snpc/cultivarweb/cultivares\\_registradas.php](http://extranet.agricultura.gov.br/php/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php). Acesso em: 01/04/2015.

DI MAURO, A. O.; CURCIOLI, V. B.; NÓBREGA, J. C. M. de.; BANZATO, D. A.;

SEDIYAMA, T. Correlação entre medidas paramétricas e não-paramétricas de estabilidade em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 4, p. 687-696, 2000.

DIAS, F. T. C.; PITOMBEIRA, J. B.; TEÓFILO, E. M.; BARBOSA, F. de S. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica para o caráter rendimento de grãos em cultivares de soja para o Estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 1, p. 129-134, 2009.

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

DUARTE, J.B.; VENCOVSKY, R. **Interação genótipos x ambientes: uma introdução à análise AMMI**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, (Série Monografias, 9). 60p., 1999.

DUARTE, J. B.; ROLIM, R. B.; OLIVEIRA, P. M. F. de.; SOUZA, J. R. de. Adaptabilidade e estabilidade de rendimento de genótipo de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), nas condições de Goiás e Distrito Federal. **Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)**, v. 24, n. 1, p. 95-114, 1994.

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

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 412 p., 1999.

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

FARIAS, J.R.B.; NEPOMUCENO, A.L.; NEUMAIER, N. Ecofisiologia da soja. **Circular Técnica 48**. Londrina, PR, Setembro, 2007.

FEHR, W.R. et al. Stage of development description for soybean, *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**, Madison, v.11, n.6, p.929-931, 1971.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FRANCO, P. B.. **Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja em Goiás nos anos 2004/2005**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia. 2007.

FRANCO, PB; HAMAWAKI, OT. Adaptability and stability of soybean genotypes in goias in the year 2004/2005. **Bioscience journal**, v. 25, n. 3, p. 51-64, 2009.

GALVAO, E. R.; SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA, C. S.; ROCHA, V. S.; SCAPIM, C. A. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de nove cultivares e linhagens de soja (*Glycine Max* (L.) Merrill) em Ponta Porã, Mato Grosso do Sul. **Ceres**, v. 45, n. 259, 1998.

GALVÃO, E.R.; SEDYIAMA, T.; CRUZ, C.D.; TEIXEIRA, R.C. Adaptability and stability of soybean genotypes evaluated using three backcrosses generations: BC4, BC5 and BC6. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. v. 3, n. 2, p. 117-124, 2003.

GAUCH, H.G.; ZOBEL, R.W. AMMI analysis of yield trials. In: KANG, M.S.; GAUCH, H.G. (Ed.). **Genotype-by-environment interaction**. New York: CRC Press, 416p.,1996.

GONÇALVES, E.C.P.; DI MAURO, A. O.; CARGNELUTTI FILHO, A.. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja conduzidos em duas épocas de semeadura, na região de Jaboticabal – SP. **Científica**, Jaboticabal, v.35, n.1, p.61 - 70, 2007.

IEA, Instituto de Economia Agrícola. **Expansão Regional da Cultura da Soja no Brasil**. Fonte: <http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=12699>. Acesso em: 26/01/2015.

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

MARCHIORI, Rodrigo. **Adaptabilidade e estabilidade de 20 genótipos de soja para a macroregião sojícola 3**. 2008. 68 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

MARQUES, M. C.; BUENO, M. R.; FREITAS, M. de C. de.; HAMAWAKI, O. T. Competição intergenotípica de soja em três épocas de semeadura em Uberlândia - MG. **VIII Encontro Interno - XII Seminário de Iniciação Científica**. Universidade Federal de Uberlândia. 2008.

MARQUES, MARCELO CUNHA. **Adaptabilidade, estabilidade e diversidade genética de cultivares de soja em três épocas de semeadura, em Uberlândia-MG**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa. 2010.

MARQUES, M. C.; HAMAWAKI, O. T.; SEDIYAMA, T.; BUENO, M. R.; REIS, M. S.; CRUZ, C.D.; NOGUEIRA, A. P. O. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja em diferentes épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 1, 2011.

MARTINS, J. A. S.; JULIATTI, F. C. Adaptability and stability of soybean advanced lines of semi early cycle for rust resistance. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 12, n. 1, p. 43-51, 2012.

MAPA, **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja>. Acesso em: 16/03/2015.

MENDONÇA, O.; CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; GARBUGLIO, D. D.; FONSECA JUNIOR, B. da S. Análise de fatores e estratificação ambiental na avaliação da adaptabilidade e estabilidade em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 11, p. 1567-1575, 2007.

MONSANTO. **Proteção Contra Lagartas**. Disponível em: <http://intactarr2pro.com.br/index.php/protacao-contra-lagartas/>, 2010.

MORAES, L. K. de.; PINHEIRO, J. B.; MOURA, M. F.; AGUIAR, A. V.; DUARTE, J. B.; CARBONELL, S. A. M.; ZUCCHI, M. I.; MOURA, N. F.. Estabilidade e adaptabilidade de cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura utilizando a metodologia AMMI. **Bioscience Journal**, Uberlândia, MG, v. 19, n. 1, 2003.

MORAIS, L. K. de.; MOURA, M. F.; VENCOSKY, R.; PINHEIRO, J. B. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja avaliada pelo método de Toler. **Bragantia**, v. 67, n. 2, p. 275-284, 2008.

NASCIMENTO, M; FINOTO, EL; SEDIYAMA, T; et al. Adaptability and stability of soybean in terms of oil and protein content. **Crop breeding and applied biotechnology**, v. 10, n. 1, p. 48-54, 2010.

NIDERA. **Cultivares de Soja Licenciadas** Safra Sul 2013/14. Disponível em: [http://www.niderasementes.com.br/produto\\_visualizar\\_arquivo\\_pdf.aspx?id=186#page/4](http://www.niderasementes.com.br/produto_visualizar_arquivo_pdf.aspx?id=186#page/4). Acesso em: 25/03/2015.

ODA, MÁRIO DO CARMO. **Adaptabilidade de Produção e Análise Molecular, Genealógica e Morfológica de Cultivares de Soja**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa. 2007.

OLIVEIRA, A. B. de; DUARTE, J. B.; PINHEIRO, J. B. Emprego da análise AMMI na avaliação da estabilidade produtiva em soja. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 38, n. 3, p. 357-364, 2003.

OLIVEIRA, A.M.S.; HAMAWAKI, O.T.; OLIVEIRA NETO, J.O.; PENNA, J.C.V.; JULIATTI, F.C.; SOUZA, S.A. Estabilidade fenotípica de cultivares de soja no Brasil central. **Bioscience Journal**. v.20, n.2, p.9-19, 2004.

OLIVEIRA, R.A.; RESENDE, M.D.V; DAROS, E.; BESPALHOK, F. J.C.; ZAMBON, J.L.C.; IDO, O. T.; WEBER, H.; KOEHLER, H.S. Genotypic evaluation and selection of sugarcane clones in three environments in the state of Paraná. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 5, n. 4, p.426-434, 2005.

OLIVEIRA, V.M. **Seleção de genótipos de soja para ampla adaptabilidade e alta estabilidade fenotípica**. Dissertação. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-graduação em Agronomia. Uberlândia, Minas Gerais, 2014.

PELUZIO, J. M. **Interação cultivar x ambiente e correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais entre cultivares de soja no Estado do Tocantins**. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 86 f., 1996.

PELÚZIO, J.M.; FIDELIS, R.R.; GIONGO, P.; Da SILVA, J.C.; CAPPELLARI, D.; BARROS, H.B. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em quatro épocas de semeadura no sul do Estado do Tocantins. **Revista Ceres**, v. 55, n. 1, p. 034, 2008.

PELUZIO, J. M.; AFFÉRI, F. S.; MONTEIRO, F. J. F.; MELO, A. V. de; PIMENTA, R. S. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em várzea irrigada no Tocantins. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 3, p. 427-434, 2010.

PERREIRA, D. G.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C. D.; REIS, M. S.; GOMES, J. L. L.; TEIXEIRA, R. de C.; NOGUEIRA, A. P. O. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja avaliados para resistência ao oídio. **Ciência Rural**, v. 38, n. 7, p. 1836-1842, 2008.

POLIZEL, A. N. **Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja no estado do Mato Grosso e reação a 111 genótipos à ferrugem asiática**. Tese de mestrado. Universidade Federal de Uberlândia. 2007.

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

RAIZER, A. J.; VENCOVSKY, R. Estabilidade fenotípica de novas variedades de cana-de-açúcar para o estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 12, p. 2241-2246, 1999

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

RESENDE, M.D.V. **Métodos estatísticos ótimos na análise de experimentos de campo**. Colombo: Embrapa Florestas. (Documentos, 100). 65p., 2004.

ROCHA, M.M.; VELLO, N.A.; LOPES, A.C.A.; MAIA, M.C.C. Yield stability of soybean lines using additive main effects and multiplicative interaction analysis – AMMI. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. v. 4, n. ?, p.391-398, 2004.

ROCHA, M. M. **Seleção de linhagens experimentais de soja para adaptabilidade e estabilidade fenotípica**. Piracicaba, 2002. 165f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

ROCHA, M. DE M.; VELLO, N. A.; LOPES, A. C. DE A.; UNÊDA-TREVISOLI, S. H. MAIA, M. C. C. Correlações entre parâmetros de adaptabilidade e estabilidade da produtividade de óleo em soja. **Ciência Rural**, v.36, n.3, P. 772-777, mai-jun, 2006.

ROSADO, A. M.; ROSADO, T. B.; ALVES, A. A.; LAVIOLA, B. G.; BHERING, L. L. Seleção simultânea de clones de eucalipto de acordo com produtividade, estabilidade e adaptabilidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 7, p. 966-973, 2012.

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

SCHLESINGER, S.; NORONHA, S. **O Brasil esta nu! O avanço da monocultura da soja, o grão que cresceu demais**. Rio de Janeiro, RJ. FASE, 148 p., 2006.

TMG. **Tropical Melhoramento e Genética. Cultivares Sul do Brasil**. Disponível em: <http://www.tmg.agr.br/cultivares/soja>. Acesso em: 25/03/2015.

TUKAMUHABWA, P.; OLOKA, H. K.; SENGGOBA, T.; KABAYI, P. Yield stability of rust-resistance soybean lines at four mid-altitude tropical locations. **Euphytica**, v. 183, p. 1-10, 2012.

TUKAMUHABWA, P.; ASIIMWE, M.; NABASIRYE, P. KABAY, M. MAPHOSA. Genotype by environment interaction of advanced generation soybean lines for grain yield in Uganda. **African Crop Science Journal**, Vol. 20, No. 2, pp. 107 – 115. 2012.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. **Estabilidade** (software): versão 3.0. Lavras: Ufla-DEX, 2000.

VASCONCELOS, E. S. de.; 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 Agronomy**, v. 32, n. 3, p. 411-415, 2010.

VERGARA, R.O.; GAZOLLA-NETO, A.; CORREA, M.F.; CEOLIN, B.C.; GADOTTI, G.I.; VILLELA, F.A. Distribuição espacial da população inicial e altura de plantas em área de produção de sementes de soja. **XXII Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Pelotas**. 2013.

VERNETTI, F. de J.; GASTAL, M. F. da C.; ZONTA, E. P. Estabilidade fenotípica de cultivares de soja no sudeste do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, V. 25, n.11, p. 1593-1602, nov.1990.

ZENI-NETO, H.; OLIVEIRA, R.A. de; DAROS, E.; BESPALHOK FILHO, J.C.; ZAMBON, J.L.C.; IDO, O.T.; WEBER, H. Seleção para produtividade, estabilidade e adaptabilidade de clones de cana-de-açúcar em três ambientes no Estado do Paraná via modelos mistos. **Scientia Agraria**, v.9, p.425-430, 2008.

ANEXO 1. PRINCIPAIS MÉTODOS, NÚMERO DE GENÓTIPOS E AMBIENTES UTILIZADOS PARA O ESTUDO DA ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE FENOTÍPICA DE SOJA NO BRASIL

Método	Número de genótipos	Número de ambientes	Referência
AMMI	69	8	Maia <i>et al.</i> (2006)
AMMI	27	12	Rocha <i>et al.</i> (2004)
Eberhart & Russell (1966); Cruz <i>et al.</i> (1989)	28	3	Oliveira <i>et al.</i> (2004)
Eberhart & Russell (1966); Huenh (1990)	30	3	Di Mauro <i>et al.</i> (2000)
Método tradicional; Lin & Binns (1988)	15	3	Galvão <i>et al.</i> (2003)
Método tradicional; Plaisted & Peterson (1959); Wricke (1965); Finlay & Wilkinson (1963); Eberhart & Russell (1966); Verma <i>et al.</i> (1978); Toler (1992); AMMI; Huhn (1990); Annicchiarico (1992); Lin & Binns (1988)	28	7	Silva & Duarte (2006)
Eberhart & Russel (1966), Cruz <i>et al.</i> (1989)	32	5	Franco & Hamawaki (2009)
Eberhart & Russell (1966); Método do centróide	15	13	Nascimento <i>et al.</i> (2010)
Annicchiarico (1992)	14	6	Vasconcelos <i>et al.</i> (2010)
Eberhart & Russell (1966); Annicchiarico (1992); Lin & Binns (1988); Método do centróide	21	5	Oda (2007)
Eberhart & Russell (1966); Annicchiarico (1992); Lin & Binns (1988); Método do centróide	20	10	Marchiori (2008)
Wricke (1965); Cruz <i>et al.</i> , 1989; Eberhart & Russell (1966)	21	5	Prado <i>et al.</i> (2001)
Eberhart e Russell (1966) e Centróide	20	4	Pelúzio <i>et al.</i> (2008)
Eberhart e Russell (1966) e Centróide	10	3	Pelúzio <i>et al.</i> (2010)
AMMI; Wricke (1965)	11	4	Correia (2007)
Lin & Binns (1988) modificado por Carneiro (1998); Centróide	17	6	Barros <i>et al.</i> (2010a)
Eberhart & Russell (1966)	15	7	Perreira <i>et al.</i> (2008)
Wricke (1965); Eberhart & Russell (1966)	28	6	Gonçalves <i>et al.</i> (2007)
Eberhart & Russell (1966); Lin & Binns (1988) modificado por Carneiro (1998); Método do centróide	7	3	Marques <i>et al.</i> (2011)
Plaisted & Peterson (1959); Wricke (1965); Annicchiarico (1992); Lin & Binns (1988); Eberhart & Russell (1966); Cruz <i>et al.</i> (1989); Torres & Vencovsky (1989); AMMI		9	Polizel (2007)
Eberhart & Russell (1966); Cruz <i>et al.</i> (1989); Torres & Vencovsky (1989)	32	5	Franco (2007)
Cruz <i>et al.</i> (1989)	20	9	Duarte <i>et al.</i> (1994)
Eberhart & Russell (1966); Lin & Binns (1988) modificado por Carneiro (1998); Método do Centróide	7	3	Marques <i>et al.</i> (2008)
Eberhart & Russell (1966)	9	20	Galvão <i>et al.</i> (1998)

Toler (1990)	69	7	Morais <i>et al.</i> (2008)
Eberhart & Russell (1966)	7	4	Dias <i>et al.</i> (2009)
Eberhart & Russell (1966); AMMI	19	16	Martins & Juliatti (2012)
Eberhart & Russell (1966); Verma et al. (1978)	14	25	Alliprandini <i>et al.</i> (1998)
Eberhart & Russell (1966); Cruz et al. (1989)	21	15	Mendonça <i>et al.</i> (2007)
Eberhart & Russell (1966); Lin & Binns (1988) modificado por Carneiro (1998); Annicchiarico (1992); Método do centróide	30	6	Barros <i>et al.</i> (2008)
Spearman; Wrickle (1965); AMMI; Eberhat & Russel (1966); AMMI	93	12	Rocha et al. (2006)
AMMI	18	11	Oliveira <i>et al.</i> (2003)
AMMI	4	22	Morais <i>et al.</i> (2003)
Eberhart & Russell (1966); Lin & Binns (1988) modificado por Carneiro (1998); AMMI	7	7	Oliveira (2014)
Eberhart & Russell (1966); Lin & Binns (1988) modificado por Carneiro (1998); Centróide; Wrickle (1965)	29	3	Cavalcante (2012)
Lin & Binns (1988) modificado por Carneiro (1998); Método do Centróide	20	6	Barros <i>et al.</i> (2010b)
Eberhart & Russell (1966); Lin & Binns (1988) modificado por Carneiro (1998); Centróide	7	3	Marques (2010)
AMMI	15	16	Tukamuhabwa <i>et al.</i> (2012)
Eberhart & Russell (1966); AMMI	20	13	Cavassim <i>et al.</i> (2013)
AMMI	24	15	Tukamuhabwa <i>et al.</i> (2012)
<b>Média</b>	<b>23</b>	<b>8</b>	

FONTE: o autor (2015).

