

ANAISA KATO CAVALCANTE

**SELEÇÃO FENOTÍPICA EM SOJA PARA
ESTABILIDADE E TOLERÂNCIA
AO EXCESSO HÍDRICO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós graduação em Agronomia – Mestrado, para obtenção do título de “Mestre”.

Área de concentração: Fitotecnia

Orientador: Prof. Dr. Osvaldo Toshiyuki Hamawaki

UBERLÂNDIA
2012

ANAISA KATO CAVALCANTE

**SELEÇÃO FENOTÍPICA EM SOJA PARA
ESTABILIDADE E TOLERÂNCIA
SO EXCESSO HÍDRICO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 05 de outubro de 2012.

Profa. Dra. Ana Paula Oliveira Nogueira

INGEB/UFU

Prof.Dr. Ivandro Bertan

SYNGENTA SEEDS

Dr. Cláudio Ricardo da Silva

UFU

Prof. Dr. Osvaldo Toshiyuki Hamawaki
ICIAG-UFU
(Orientador)

UBERLÂNDIA
2012

Àos meus pais Akeme Kato Cavalcante e Artur Cesar bedê Cavalcante,
pelo exemplo de vida, humildade, ensinamentos e dedicação à minha formação pessoal e
profissional, sem os quais não teria chegado até aqui.

À minha irmã Akely Kato Cavalcante,
pelo carinho e amizade.

Ao meu amor Artus Cavalari Lopes,
pelo amor, carinho, companheirismo, incentivo, auxílio e paciência incessantes.

Como prova do meu amor e gratidão.

À minha grande amiga
Larissa Barbosa de Sousa,
pelo incentivo, apoio, amizade e carinho.

À todos aqueles que foram meus mestres, pelo exemplo que passaram como
educadores e por todos os conhecimentos transmitidos, desde a minha alfabetização,
contribuindo, cada qual da sua maneira, para a minha formação profissional.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À DEUS por me guiar nessa longa caminhada permitindo que alcançasse meus objetivos.

Aos meus pais Akeme Kato Cavalcante e Artur Cesar Bedê Cavalcante, pelo amor incondicional, pelo apoio nas minhas iniciativas e decisões e à minha irmã, mesmo com a distância, pelo amor e carinho.

Ao meu namorado Artus Cavalari Lopes, por tornar meus dias mais felizes, pelo apoio, carinho, amor e enorme ajuda durante todo este trabalho.

Ao Prof. Dr. Osvaldo Toshiyuki Hamawaki, pelos ensinamentos, oportunidade, confiança no projeto e pela orientação.

Aos amigos e companheiros de Uberlândia e demais estagiários do Programa de Melhoramento de Soja UFU que apesar da distância sempre me deram força e incentivo para continuar nessa jornada.

Aos M.Sc. Volmir Cella e M.Sc. José Flavio pela amizade, ensinamentos, apoio, incentivo, crescimento pessoal.

Ao Jameson, Daniel e Anderson pela ajuda na condução deste trabalho, amizade e apoio. A todos meus colegas de trabalho pelo carinho e amizade.

Às minhas parceiras e amigas Larissa Barbosa e Fernanda Romanato pelo carinho, apoio, ajuda na revisão desse trabalho, pelos momentos alegres e conselhos.

As minhas colegas Indiana e Viviane, pela ajuda na condução das análises desse trabalho e nos momentos alegres.

À Empresa Syngenta pela implantação e ajuda na condução desse trabalho.

À Fundação Rio Verde pela disponibilidade de realização das análises desse trabalho.

À Universidade Federal de Uberlândia, pela oportunidade de realização do mestrado.

À Universidade Federal do Mato Grosso, pela oportunidade de realização de algumas disciplinas do mestrado.

À Prof. Dr. Virginia pelo ajuda interpretação das análises e na revisão desse trabalho, pelo apoio e carinho.

À Prof. Dr. Ana Paula pela ajuda nas análises estatísticas e interpretação das mesmas.

Ao Laboratório de semente da UFMT, em especial a Larissa pela colaboração nas análises das amostras.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, em especial aos meus amigos Eduardo Isaac Rodrigues e Maria Aparecida Fontoura (Cida), pelo apoio, ajuda e amizade especial durante esses dois anos.

À todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	4
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	6
2.1 Interação genótipo X ambientes	6
2.2 Adaptabilidade e Estabilidade Fenotípica.....	7
2.3 Qualidade fisiológica de sementes de soja	7
3 OBJETIVO GERAL.....	9
3.1 Objetivos Específicos	9
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	10
CAPITULO I.....	14
ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE FENOTIPICA DE GENÓTIPOS DE SOJA EM PORTO ALEGRE DO NORTE - MT	14
RESUMO.....	15
ABSTRACT.....	16
1 INTRODUÇÃO	17
2 MATERIAL E MÉTODOS	19
2.1 Análise estatística	20
2.1.1 Eberhart e Russell (1966)	20
2.1.2 Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998).....	22
2.1.3 Centróide.....	24
2.1.4 Wricke (1965).....	25
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
4 CONCLUSÕES	32
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
CAPÍTULO II.....	38
TOLERÂNCIA DE GENOTIPOS DE SOJA AO EXCESSO HÍDRICO DURANTE À COLHEITA NO MUNICÍPIO DE LUCAS DO RIO VERDE- MT.....	38
RESUMO.....	39
ABSTRACT.....	39
1 INTRODUÇÃO	41
2 MATERIAL E MÉTODOS	42
2.1 Caracteres agronômicos avaliados.....	46
2.2 Altura da planta na floração (APF).....	46
2.3 Altura de planta na maturação (APM).....	47
2.4 Número de dias para floração (NDF)	47
2.5 Número de dias para maturação (NDM).....	47
2.6 Altura de inserção da primeira vagem (AIV)	47
2.7 Massa Total (MT) por cinco plantas.....	47
2.8 Massa de 100 grãos (MG).....	48
2.9 Análise da qualidade física e química das sementes de soja	48
2.9.1 Teste de germinação	48
2.9.2 Teste de Tetrazólio.....	48
2.10 Teor de óleo e Teor de Proteína por ressonância magnética nuclear (RMN).....	49
2.11 Análise estatística	49
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	50
4 CONCLUSÕES	59
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1. Resumo da análise de variância dos dados obtidos de produtividade ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), de 25 genótipos e 4 cultivares de soja cultivados nos anos agrícolas 2008/09, 2009/10 e 2011/12, Porto Alegre do Norte-MT. 26
- TABELA 2. Estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 25 genótipos e 4 cultivares de soja para produtividade de grãos, com base nas metodologias de Eberhart e Russell (1966), Lin e Binns (1988) modificada por Carneiro (1998), centroide (ROCHA et al., 2005) e Wricke (1965). 29
- TABELA 3. Características químicas do solo da estação experimental Syngenta seeds LRV-MT1 44
- TABELA 4. Resumo da análise de variância dos dados obtidos para as características dias para floração (DPF) e para maturação (DPM), altura de planta na floração (APF) e na maturação (APM), e altura da inserção da primeira vagem (AIV), de 15 genótipos de soja. Ano agrícola 2011/12, Lucas do Rio Verde- MT..... 50
- TABELA 5. Resumo da análise de variância dos dados obtidos para as características massa total de grãos (MT) e massa de 100 grãos (MG), de 15 genótipos de soja. Ano agrícola 2011/12, Lucas do Rio Verde- MT. 50
- TABELA 6. Resumo da análise de variância dos dados obtidos para Germinação, vigor, viabilidade, danos umidade (DU), danos mecânicos (DM), teor de óleo e teor de proteína de 15 genótipos de soja. Ano agrícola 2011/12, Lucas do Rio Verde- MT. 51
- TABELA 7. Médias numero de dias para floração (NDF) e para maturação (NDM), altura de planta na floração (APF) e na maturação (APM) e altura da inserção da primeira vagem (AIV) de 15 genótipos de soja no município de Lucas do Rio Verde – MT, ano agrícola 2011/12..... 52
- TABELA 8. Médias de massa total de grãos(g) e massa de cem grãos (g) de 15 genótipos de soja em sete épocas de colheitas inicio R8 (Primeira colheita), 1° R8+5DD (segunda colheita após cinco dias) , 2° R8+10DD (terceira colheita após dez dias), 3° R8+15DD (quarta colheita após quinze dias), 4° R8+20DD(quinta colheita após vinte dias), 5° R8+25DD(sexta colheita após vinte e cinco dias), 6° R8+30DD (sétima colheita após trinta dias) , no município de Lucas do Rio Verde –MT, ano agrícola 2011/12. 52
- TABELA 9. Médias de massa total (g) e massa de cem grãos (g) de 15 genótipos de soja em sete épocas de colheitas inicio R8 (Primeira colheita), 1° R8+5DD (segunda colheita após cinco dias), 2° R8+10DD (terceira colheita após dez dias), 3° R8+15DD (quarta colheita após quinze dias), 4° R8+20DD(quinta colheita após vinte dias), 5° R8+25DD(sexta colheita após vinte e cinco dias), 6° R8+30DD (sétima colheita após trinta dias) , no município de Lucas do Rio Verde –MT, ano agrícola 2011/12..... 54

TABELA 10. Médias da germinação de 15 genótipos de soja em sete épocas de colheitas início R8 (Primeira colheita) , 1º R8+5DD (segunda colheita após cinco dias) , 2º R8+10DD (terceira colheita após dez dias), 3º R8+15DD (quarta colheita após quinze dias), 4º R8+20DD(quinta colheita após vinte dias), 5º R8+25DD(sexta colheita após vinte e cinco dias), 6º R8+30DD (sétima colheita após trinta dias) , no município de Lucas do Rio Verde –MT, ano agrícola 2011/12..... 54

TABELA 11. Médias da viabilidade de 15 genótipos de soja em sete épocas de colheitas início R8 (Primeira colheita) , 1º R8+5DD (segunda colheita após cinco dias) , 2º R8+10DD (terceira colheita após dez dias), 3º R8+15DD (quarta colheita após quinze dias), 4º R8+20DD(quinta colheita após vinte dias), 5º R8+25DD(sexta colheita após vinte e cinco dias), 6º R8+30DD (sétima colheita após trinta dias) , no município de Lucas do Rio Verde –MT, ano agrícola 2011/12..... 56

TABELA 12 . Médias de vigor, danos de umidade (DU), danos mecânico (DM), Teor de óleo e teor de proteína de 15 genótipos de soja em sete épocas de colheitas R8 (Primeira colheita) , 1º R8+5DD (segunda colheita após cinco dias) , 2º R8+10DD (terceira colheita após dez dias), 3º R8+15DD (quarta colheita após quinze dias), 4º R8+20DD(quinta colheita após vinte dias), 5º R8+25DD (sexta colheita após vinte e cinco dias), 6º R8+30DD (sétima colheita após trinta dias) , no município de Lucas do Rio Verde –MT, ano agrícola 2011/12..... 57

TABELA 13. Médias de vigor, danos de umidade (DU), danos mecânico (DM), teor de óleo e teor de proteína de 15 genótipos de soja em sete épocas de colheitas, R8 (Primeira colheita) , 1º R8+5DD (segunda colheita após cinco dias) , 2º R8+10DD (terceira colheita após dez dias), 3º R8+15DD (quarta colheita após quinze dias), 4º R8+20DD(quinta colheita após vinte dias), 5º R8+25DD(sexta colheita após vinte e cinco dias), 6º R8+30DD (sétima colheita após trinta dias) , no município de Lucas do Rio Verde – MT, ano agrícola 2011/12..... 58

TABELA 14 . Médias de produtividade (kg. ha-1), no município de Porto Alegre do Norte –MT, anos agrícolas 2008/09, 2009/10 e 2010/11. 64

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Dados climáticos de temperatura máximas, médias e mínimas e precipitação pluvial do ano agrícola de 2010, da Fundação Rio Verde, Lucas do Rio Verde-MT. [Em que: Chuva: precipitação (mm); T máxima : temperatura máxima ($^{\circ}\text{C}$); T média: temperatura média ($^{\circ}\text{C}$); T mínima: temperatura mínima ($^{\circ}\text{C}$)..... 43

FIGURA 2. Valores de altura pluviométrica, resultantes da simulação de chuva, e lâmina de água acumulada na época de colheita de soja, no experimento instalado na Estação de Pesquisa da Syngenta, Lucas do Rio Verde – MT. 51

RESUMO

CAVALCANTE, ANAÍSA KATO. Seleção fenotípica de soja para estabilidade e tolerância ao excesso hídrico. 2012. 74p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.¹

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é considerada uma das culturas de maior importância econômica. No Brasil, ela é cultivada em considerável diversidade de ambientes. As mudanças climáticas têm influenciado a produção agrícola significativamente. O trabalho foi dividido em dois capítulos, com o objetivo de avaliar a adaptabilidade e a estabilidade de genótipos de soja e selecionar genótipos tolerantes ao excesso hídrico na parte aérea no médio Norte do Estado do Mato Grosso, bem como a sua influência no rendimento e na qualidade fisiológica dos grãos. No primeiro capítulo, o experimento foi conduzido em Porto Alegre do Norte – MT, em delineamento de blocos casualizados, envolvendo 25 genótipos e quatro cultivares comerciais avaliados em três repetições. Os ensaios foram realizados nas safras de 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011. Para avaliação da adaptabilidade e da estabilidade, utilizaram-se os métodos Eberhart e Russell (1966), Lin e Binns modificado por Carneiro (1998), centroide (ROCHA *et al.*, 2005) e Wricke (1965). No segundo capítulo, o experimento foi conduzido na Estação de Pesquisa da Syngenta Seeds, no município de Lucas do Rio Verde – MT, em delineamento experimental de blocos completos casualizados e três repetições com quinze tratamentos: dez linhagens de soja da Empresa Syngenta e seis testemunhas (Pintado, MSOY8866, FTS4188, P98Y51, TMG131 e MSOY8888). Foi realizado o esquema fatorial com sete épocas de colheita (Testemunha, cinco dias (primeira colheita), dez dias (segunda colheita), quinze dias (terceira colheita), vinte dias (quarta colheita), 25 dias (quinta colheita) e 30 dias (sexta colheita) após R8) um tempo de simulação de chuva (T1 – 3h de simulação de chuva) e três repetições. O desempenho de cada genótipo foi avaliado por meio da mensuração das seguintes características: número de dias para a floração (NDF), número de dias para a maturidade (NDM), altura da planta (cm) na floração (APF), altura da planta (cm) na maturidade (APM), altura da inserção da primeira vagem (AIV), peso total (PT) e o peso de 100 grãos (PG). A germinação foi avaliada pelo teste de germinação. O vigor, a viabilidade,

¹ Orientador: Prof. Dr. Osvaldo Toshiyuki Hamawaki – UFU.

os danos de umidade e os danos mecânicos foram avaliados pelo teste de tetrazólio e os teores de proteína e de óleo, pelo método de Ressonância Nuclear Magnética (RMN). Os resultados do primeiro capítulo permitiram verificar que todas as metodologias avaliadas, Eberhart e Russell, Lin e Binns modificada por Carneiro (1998), Centroide e de Wricke (1965), foram concordantes ao se destacar a UFU- 16, apresentando-se o maior desempenho produtivo e adaptação a ambiente favorável, mas sendo considerado com baixa estabilidade. Pelo método de Eberhart e Russel e Lin Binns modificado por Carneiro (1998), as linhagens UFU-1 e UFU-14 apresentaram elevadas médias de produtividade de grãos, alta estabilidade e foram classificadas como de adaptabilidade a ambiente favorável. Contudo, as metodologias de Lin Binns modificada por Carneiro (1998) e Eberhart e Russel (1966) foram coerentes na classificação das cultivares quanto à adaptabilidade e estabilidade. No segundo capítulo, foi verificada a superioridade na cultivar BRS Pintado quanto à massa total de grãos e à massa de 100 grãos, sendo considerada tolerante ao excesso hídrico. A linhagem 2 destaca-se quanto à qualidade das sementes, apresentando germinação e vigor superiores.

Palavras-chave: *Glycine max.*, vigor, seleção, adaptabilidade, excesso hídrico.

ABSTRACT

CAVALCANTE, ANAÍSA KATO. Phenotypic selection for soybean stability and tolerance to excess water. 2012. 74p. Dissertation (Mastership in Agronomy/Crop Science) – Federal University of Uberlândia, Uberlândia, Brasil.²

Soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] is considered one of the most economically important crops. In Brazil, it is grown in considerable diversity of environments. Climate changes have influenced significantly agricultural production. This study aims to evaluate adaptability and stability of soybean genotypes and to select those tolerant to excess water in the shoot in mid northern state of Mato Grosso, Brazil as well to verify check its influence on yield and physiological quality of grains. So that, the study was divided into two chapters: in the first one, the experiment was carried out in Porto Alegre do Norte – MT, in a randomized block design involving 25 genotypes and four commercial cultivars evaluated in three replications. Assays were performed in harvests of 2008/2009, 2009/2010 and 2010/2011. In order to evaluate adaptability and stability, we used the following methods: Eberhart & Russell (1966), Lin & Binns modified by Carneiro (1998), centroid (ROCHA *et al.*, 2005) and Wricke (1965). In the second chapter, the experiment was carried out in Sygenta Seeds Research Center, in the city of Lucas do Rio Verde – MT in a randomized block design in three replications with 15 treatments: 10 lineages of Sygenta soybean and six control ones (Pintado, MSOY8866, FTS4188, P98Y51, TMG131 e MSOY8888). We conducted a factorial design with seven harvest times (control group: five days— first crop; 10 days second crop; 15 days third crop; 20 days - fourth crop; 25 days fifth crop and 30 days sixth crop after R8), one period of rain simulation (T1 - 3h of rain simulation) and three replications. We evaluated the performance of each genotype by measuring the following characteristics: number of days to flowering (NDF); number of days to maturity (NDM), plant height (cm) on flowering (PHF), plant height (cm) on maturity (PHM), height on the first pod (FPH), total weight (TW) and weight of 100 grains (GW). We used germination test to evaluate it. The vigor, viability, damage from moisture and mechanical damages were assessed by the tetrazolium test. We used Nuclear Magnetic Resonance (NMR) method to evaluate the protein and oil content. The results of the first chapter allowed us to verify that all methodologies agreed in detaching UFU-16 as the one with most productive performance and adaptability to favorable environment, but it showed low stability. By the method of Eberhart & Russel and Lin & Binns modified by Carneiro (1998) UFU-1 and UFU-14 lineages showed high average in grain productivity, high stability and were considered as adapted to favorable environment. However, both methods Lin Binns Lin Binns modified by Carneiro (1998 and Eberhart & Russel (1966) agreed on classifying the cultivars concerning to adaptability and stability. In the second chapter, we verified superiority in BRS Pintado cultivar concerning to total grain weight and the 100 grain weight. It was considered tolerant to excess water. Lineage 2 stands out to seed quality, with higher germination and vigor.

Keywords: *Glycine max*. Vigor. Selection. Adaptability Excess water.

² Orientador: Prof. Dr. Osvaldo Toshiyuki Hamawaki – UFU.

1 INTRODUÇÃO GERAL

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill], cultivada em grande parte do mundo, originou-se de espécies de plantas rasteiras que se desenvolviam na costa Leste da Ásia, principalmente ao longo do Rio Amarelo na China. Essa cultura lidera o *ranking* brasileiro de *commodities*, com uma produção estimada, segundo o sexto levantamento realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento para a safra 2011/12, de 68,75 milhões de toneladas de grãos, inferior em 8,7% (6,58 milhões de toneladas) ao volume de 75,32 milhões de toneladas produzido em 2010/11. Esse resultado se deve exclusivamente às condições climáticas adversas, caracterizadas por estiagens nos principais estados produtores de soja na região Sul do País (CONAB, 2012).

O Brasil se destaca como o segundo maior produtor mundial dessa leguminosa e é o único, entre todos os produtores no mundo, que ainda apresenta um grande potencial de crescimento da área plantada. A soja é cultivada em considerável diversidade de ambientes no País, desde as altas latitudes (Sudeste e Sul) até baixas (Centro-Oeste, Nordeste e Norte). O Centro-Oeste, que tem apresentado expressivos índices de crescimento da produção de grãos, é responsável por pouco mais de 40% da produção nacional. Dentro da região, Mato Grosso é o Estado que apresenta os melhores resultados de produtividade, com 50% da produção regional. Na safra 1999/2000, pela primeira vez, o Mato Grosso se destacou como o maior produtor estadual de soja do País (OLIC, 2001).

A seleção de genótipos com alta produtividade de grãos, elevados teores de proteína e de óleo, tolerantes aos fatores bióticos e abióticos, é um dos principais objetivos dos programas de melhoramento genético. Assim, por representarem caracteres cuja variação é contínua (caracteres quantitativos), suas expressões fenotípicas resultam não só dos efeitos genotípicos (G), mas também dos efeitos ambientais (E) e das interações genótipos x ambientes (G x E) (ROCHA, 1998).

A interação G x E é um componente da variação fenotípica resultante do comportamento diferencial apresentado pelos genótipos, quando submetidos a mais de um ambiente. Sua magnitude na expressão fenotípica do caráter pode reduzir a correlação entre fenótipo e genótipo, inflacionando a variância genética e, por sua vez, parâmetros dependentes dela, como herdabilidade e ganho genético com a seleção

(ROCHA; VELLO, 1999). Uma particularização da interação G x E evidenciada por genótipos e ambientes pode ser realizada por meio de estudos sobre a adaptabilidade e a estabilidade fenotípica. A adaptabilidade é a capacidade que um genótipo tem de aproveitar vantajosamente os efeitos ambientais, de maneira a assegurar alto nível de produtividade; já a estabilidade está relacionada com a manutenção da produtividade ou de sua previsibilidade com os ambientes diversos (ROCHA, 2002).

Estudos comparativos entre diversas metodologias são conduzidos com o objetivo de selecionar métodos que sejam mais práticos e, ao mesmo tempo, eficazes para a seleção e recomendação de cultivares, podendo-se destacar: Plaisted e Peterson (1959); Finlay e Wilknsn (1963); Wricke (1965); Eberhart e Russell (1966); Tai (1971); Verma *et al.*, (1978); Cruz *et al.* (1989); Lin e Binns (1988).

A produtividade da soja é muito dependente das condições ambientais. Assim, a escolha da cultivar em função da época de semeadura, da região de cultivo e das estratégias de manejo adotadas é de suma importância para a obtenção de produtividades lucrativas, sobretudo quando aliada à compreensão das limitações e/ou vantagens do ambiente de produção (BRUGNERA *et al.* 2006).

Entre os fatores inerentes à produção agrícola, a chuva, por sua grande variabilidade em termos espacial e temporal, constitui um dos elementos climáticos de maior importância para a agricultura, por sua grande influência em todas as fases de desenvolvimento das plantas, entretanto é considerada um fator limitante à obtenção de rendimentos próximos ao potencial produtivo da espécie (FARIAS, 2004). O excesso ou a deficiência hídrica em determinados subperíodos do desenvolvimento da soja podem ser prejudiciais à qualidade fisiológica e sanitária dos grãos da cultura (FARIAS *et al.*, 2006).

Com isso, a precipitação pluviométrica é o principal fator responsável pela variabilidade do rendimento da soja de um ano para outro nas diversas regiões produtoras brasileiras (BERLATO; FONTANA, 1999; FARIAS, 2004). A necessidade de água na cultura da soja vai aumentando com o desenvolvimento da planta, atingindo o máximo durante a floração-enchimento de grãos (7 a 8 mm.dia⁻¹) decrescendo após esse período. A necessidade total de água na cultura da soja, para obtenção do máximo rendimento de grãos, varia entre 450 a 800 mm, dependendo das condições climáticas, do manejo da cultura e do ciclo (EMBRAPA, 2010).

De acordo com Borém e Miranda, (2005) cada genótipo tem uma resposta fenotípica às variações do ambiente, portanto, deve ser avaliado em diferentes

condições para expressar seu real comportamento frente às variações ambientais. Portanto, o melhoramento vegetal assume um papel de suma importância, pela procura por materiais genéticos mais produtivos, resistentes ou tolerantes às pragas e doenças e adaptados ao local de cultivo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Interação genótipo x ambientes

A interação genótipos x ambientes reflete as diferentes sensibilidades dos genótipos às mudanças de ambiente (ARRIEL *et al.*, 2000). Os efeitos dessa interação podem ser resultados de diferentes fatores, tais como: condições ambientais, fertilidade do solo, conhecimentos tecnológicos dos produtores e sistemas de manejo adotados. Esses fatores, isoladamente ou em conjunto, podem alterar o comportamento de um genótipo, mesmo em uma região de pequena extensão territorial.

O termo “ambiente”, conforme Rosmagosa e Fox (1993) é um termo geral que envolve uma série de condições sob as quais as plantas são cultivadas. Nesse sentido, o ambiente pode ser um local, ano, práticas culturais, época de semeadura ou mesmo a junção de todos esses fatores. Quando os genótipos são avaliados em diferentes condições, estão sujeitos às variações do ambiente e os seus comportamentos geralmente são modificados (ALLARD. BRADSHAW, 1964). Ela pode ser simples, quando é proporcionada pela diferença de variabilidade entre genótipos nos ambientes; e complexa, quando denota a falta de correlação entre medidas de um mesmo genótipo em ambientes distintos e indica haver inconsistência na superioridade de genótipos com a variação ambiental (ROBERTSON, 1959).

A quantificação da predominância do tipo de um dos componentes da interação é muito importante na tomada de decisão por parte do melhorista (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992). Quando a interação deve-ser, principalmente, à natureza simples, o trabalho do melhorista é facilitado, pois as recomendações das cultivares podem ser feitas de maneira generalizada. A predominância de interação complexa indica a presença de materiais adaptados a ambientes particulares, o que traz uma complicação para o melhorista, uma vez a recomendação é restrita a ambientes específicos (NUNES, 2000).

2.2 Adaptabilidade e Estabilidade Fenotípica

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

Segundo Borém e Miranda (2005), a adaptabilidade de uma cultivar refere-se à sua capacidade de aproveitar vantajosamente o estímulo ambiental. A estabilidade de *performance* refere-se à sua capacidade de apresentar um comportamento altamente previsível, mesmo com as variações ambientais.

Diversos métodos têm sido propostos para investigar a adaptabilidade e a estabilidade fenotípica. A diferença entre eles origina-se nos próprios conceitos e procedimentos biométricos para medir a interação G x E. Destacam-se os procedimentos baseados na análise de variância, método tradicional (PLAISTED; PETERSON, 1959; WRICKE, 1965), regressão linear simples (FINLAY ; WILKINSON, 1963; EBERHART; RUSSEL, 1966), regressão linear bissegmentada (VERMA *et al.*, 1978; SILVA; BARRETO, 1985; CRUZ *et al.*, 1989) e análises não-paramétricas (HUENH, 1990; ANNICHIARICO, 1992; LIN; BINNS, 1988; CARNEIRO, 1998).

Sediyama *et al.* (1990) consideram que devem ser realizados estudos criteriosos de adaptabilidade e de estabilidade de produção de soja, para garantir maior segurança às recomendações de cultivares.

2.3 Qualidade fisiológica de sementes de soja

A utilização de sementes de alta qualidade é a garantia de sucesso no estabelecimento da lavoura de soja, principalmente pela obtenção de um estande adequado, que contribui para melhor utilização dos insumos, redução na disseminação de doenças e plantas invasoras, repercutindo em maior produtividade de grãos (SEDIYAMA, 1972; FERREIRA, 1993).

A semente não é um grão que germina. Ela possui atributos de qualidade genética, física, fisiológica e sanitária que um grão não tem e que lhe confere a garantia de um desempenho agrônomo, que é a base fundamental do sucesso para uma lavoura tecnicamente bem instalada (KRZYZANOWSKI *et al.*, 2008).

A qualidade fisiológica é representada pela germinação e pelo vigor das sementes. A semente necessita de germinar e emergir para se tornar uma planta (PESKE *et al.*, 2010). A composição da semente, devido à constituição química e à estrutura morfológica que determinam grande sensibilidade a fatores externos, acarreta dificuldades na obtenção de sementes com alta capacidade germinativa e vigor (DELOUCHE, 1974).

O vigor da semente pode ser caracterizado como a força e/ou o potencial que a semente possui durante o processo de germinação (POPINIGIS, 1985), que representa a capacidade de a semente germinar sob condições desfavoráveis (PERRY, 1978). É a expressão do potencial fisiológico da semente, resultado de um conjunto de características independentes como: a) velocidade de germinação, b) crescimento de plântulas, c) habilidade de germinar em condições subótimas e d) capacidade de originar plântulas normais. Portanto, o vigor de sementes não é uma característica facilmente mensurável, devido a ser oriundo de um amplo e complexo conceito associado a vários aspectos do desempenho de sementes (TEKRONY, 2003).

A qualidade de sementes provenientes de algumas regiões tem sido severamente comprometida em função dos elevados índices de deterioração por umidade, lesões por percevejos e danos mecânicos, apesar de toda tecnologia disponibilizada pelos produtores (COSTA *et al.*, 2001).

A perda de qualidade no campo é frequente, principalmente durante a fase de maturação, o que tem motivado vários pesquisadores a enfatizar a possibilidade do uso da semente de tegumento com determinado grau de impermeabilidade a água (GILIOLI; FRANÇA NETO, 1982; PESKE; PEREIRA, 1983; HARTWIG; POTTS, 1987).

A exposição alternada das sementes à chuva e à seca, principalmente durante o período pós-maturidade fisiológica e naquele que antecede à colheita, provoca expansões e retrações do tegumento, ocasiona a desestruturação dos sistemas de membranas, e conseqüentemente, o aumento da permeabilidade (DOMENE, 1992), aumenta de forma diferenciada a incidência de doenças de final de ciclo, levando à deterioração de sementes (DELOUCHE, 1975).

A qualidade fisiológica de sementes de soja é, em grande parte, influenciada pelo genótipo. Nesse sentido, nos últimos anos, nos programas de melhoramento genético, há preocupação em desenvolver materiais com características relacionadas à resistência a doenças e a pragas, teores de óleo e de proteína e, mais recentemente, teor de lignina no tegumento das sementes (COSTA, *et al.*, 2001). Entretanto, fatores como retardamento da colheita da soja, após a maturidade fisiológica, podem causar reduções de germinação e de vigor das sementes, dependendo de fatores genéticos e das condições do ambiente natural às quais estão expostas (MINUZZI *et al.*, 2010).

3 OBJETIVO GERAL

Avaliar a adaptabilidade e a estabilidade de genótipos de soja de ciclo tardio em Porto Alegre do Norte-MT e selecionar genótipos de soja tolerantes ao excesso hídrico no médio Norte do Estado do Mato Grosso.

3.1 Objetivos Específicos

- 1 - Selecionar genótipos de soja a produtividade de grãos;
- 2 - avaliar a adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de soja com o uso de diferentes métodos estatísticos;
- 3 - avaliar a qualidade fisiológica de sementes de genótipos de soja expostos ao excesso hídrico em diferentes épocas após a maturação plena;
- 4 - identificar componentes relacionados à tolerância ao excesso hídrico após a maturação plena;
- 5 - selecionar genótipos de soja tolerantes ao excesso hídrico após a maturação plena;
- 6 - avaliar o desempenho agrônomico de linhagens de soja.

4 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, Sept./Oct. 1964.
- ARRIEL N. H. C.; ANDRADE, F. P.; VIEIRA, D. J.; COUTINHO, J. L. B.; OLIVEIRA, J. S.; AMABILE, R. F.; DANTAS, E. S. B. ; PEREIRA, J. R. Análise de adaptabilidade e estabilidade de produção de sementes em gergelim. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 4, n.3, p.181-191, 2000.
- BERLATO, M. A.; FONTANA, D.C. Variabilidade interanual da precipitação pluvial e rendimento da soja no estado do Rio Grande do Sul. **Rev. Bras. Agrometeorologia**, v.7, n.1, p.119-125, 1999.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 4.ed. Viçosa: UFV, 2005. 525p.
- BRUGNERA, A.; LOPES, P. V. L.; PORAZZI, L. A.; OLIVEIRA, L. R. **Competição de cultivares de soja avaliados em diferentes regiões do cerrado safra 2005/2006**. Barreiras: Fundação de apoio à pesquisa e desenvolvimento do oeste baiano, 2006.
- CARNEIRO, P. C. S. **Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. 1998. 155f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: Grão, Sexto levantamento**. 2012. Disponível em http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_03_13_11_04_08_boletimarco_2012.pdf>. Acesso em : 26 mar. 2012.
- COSTA, N. P. et al. Efeito da colheita da soja nas características físicas, fisiológicas e químicas das sementes em três Estados brasileiros. **Rev. Bras. Sementes**, Brasília, DF, v. 23, n. 1, p. 140-145, 2001.
- COSTA, N. P. da; MESQUITA, C. de M.; MAURINA, A.C.; FRANÇA NETO, J. de B.; PEREIRA, J. E.; BORDINGNON, J. R.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. Efeito da colheita mecânica da soja nas características físicas, fisiológicas e químicas das sementes em três estados do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p.140-145, jan./fev. 2001.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa- MG : Ed. UFU, 1997. 390p.

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

DELOUCHE, J. C. Seed quality, and storage of soybeans. In: WHIGRUM, D.K. (Ed.). **Soybean production, protection and utilization**. Urbana: University of Illinois, 1975. p.86-107. (Intsoy, 6).

DELOUCHE, J. C. Maintaining soybean seed quality. In: DELOUCHE, C. **Soybean production, marketing and use**. Tennesy: Valley Authority, 1974. p.46-62. (Bulletin, 69).

DOMENE, M. de P. **Fatores determinantes de descartes de sementes de soja (*Glycine max* L. Merrill) produzidas no Estado de Minas Gerais**. 1992. 56f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1992.

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

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil 2011**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2010. 255p. (Sistemas de Produção/Embrapa Soja, n.14).

FARIAS J. R. B.; NEPOMUCENO A. L.; NEUMAIER. N.; TOBITA S.; ALMEIDA I. R. De. T16 – Restrições da disponibilidade hídrica à obtenção de elevados rendimentos de grãos de soja. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 4, 2006**, Londrina-PR, **Anais...**, Londrina-PR: Embrapa Soja, 2006, p.65-67.

FARIAS, J. R. B. Environmental limitations to maximum soybean yield. In: **WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7, 2004**, Foz do Iguassu. **Proceedings**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. p. 1287-1295.

FERREIRA, E. V. Panorama da indústria de sementes no Brasil. Brasília: Anuário Abrasem, 1993. p. 4.

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

GILIOLI, J. L.; FRANÇA NETO, J. B. Efeito da escarificação mecânica e do retardamento de colheita sobre a emergência de sementes de soja com tegumento impermeável. In: **SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., 1981**, Brasília. **Anais...** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1982. v.1, p.601-609. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 1).

HARTWIG, E. E.; POTTS, H. C. Development and evaluation of impermeable seed coats for preserving soybean seed quality. **Crop Science**, Madison, v.27, n.3, p.506-508, May/June 1987.

KRZYŻANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A.; COSTA, N. P. **A semente de soja como tecnologia e base para altas produtividades – Série sementes.** Londrina: Embrapa Soja, 2008. 8p. (Circular Técnica, 55).

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, p.193-198, 1988.

MESQUITA, C. M. et al. Colheita mecânica da soja: avaliação das perdas e da qualidade física do grão. **Eng. Agric.**, Jaboticabal, v. 18, n. 3, p. 44-53, 1999.

MINUZZI, A.; BRACCINI, A. L.; RANGEL, M. A. S.; SCAPIM, C.A; BARBOSA, M. C.; ALBRECHT, L. P. Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja, colhidas em dois locais no Estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 32, n.1, p.176-185, 2010.

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

NUNES, G. H. S. **Interação genótipos x ambientes em eucalipto: implicações sobre a seleção e formas de atenuar seu efeito.** 2000. 155 f. Tese (Doutorado em agronomia- Genética e melhoramento de plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

OLIC, N. B. Aspectos regionais da cultura da soja no Brasil. **Revista Pangea: Quinzenario da política, Economia e Cultura**, 4 maio, 2001.

PERRY, D. A. Reporto f the vigour test committee 1974-1977. **Seed Science and Technology**, New Dehli, v. 6, n. 1, p. 159-181, 1978.

PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A.; SCHUCH, L. O. B. Benefícios e obtenção de sementes de alta qualidade. Pelotas, **Seednews**, ano 14, n.5, 2010.

PESKE, S. T.; PEREIRA, L. A. G. Tegumento da semente de soja. **Tecnologia de Sementes**, Pelotas, v.6, n.1/2, p.23-34, jun. 1983.

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

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

ROBERTSON, A. **Experimental design on the measurement of heritabilities and genetic correlations: biometrical genetics.** New York: Pergamon, 1959. 186 p.

ROCHA, M. M. **Seleção de linhagens experimentais de soja para adaptabilidade e estabilidade fenotípica.** 2002. 184p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

ROCHA, M.M.; VELLO, N.A. Interação genótipos e locais para rendimento de grãos de linhagens de soja com diferentes ciclos de maturação. **Bragantia**, Campinas, v.58, n.1, p.69-81, 1999.

ROCHA, M.M. **Interação genótipos x locais em linhagens experimentais de soja com diferentes ciclos de maturação**. 1998. 98p. Tese (Mestrado em genética e melhoramento de plantas) Esalq/Usq, Piracicaba, 1998.

ROMAGOSA, I.; FOX, P.N. Genotype x environment interactions and adaptation. In: HAYWARD, M.D.; BOSEMARK, N.O. ; ROMAGOSA, I (Ed.). **Plant breeding: principles and prospects**. London: Chapman & Hall, 1993. p. 375-390.

SEDIYAMA, C. S.; OLIVEIRA, L. O.; CRUZ, C. D. Análise de estabilidade fenotípica de cultivares de soja por meio de regressão linear simples e da regressão linear segmentada. **Revista Ceres**, Viçosa, v.37, p.513-518, 1990.

SEDIYAMA, C. S. **Influência do retardamento da colheita de soja sobre a deiscência das vagens, qualidade e poder germinativo das sementes**. 1972. 68f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1972.

SILVA, J. G.; BARRETO, J. N. Aplicação de regressão linear segmentada em estudos da interação genótipo x ambiente. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 1, 1985. **Anais**. Campinas, Fundação Cargill, 1985. p.49-50.

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

TEKRONY, D. M. Precision is an essential component in seed vigor testing. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.31, n. 2, p. 435-447, 2003.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto-SP: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486p.

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

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

CAPITULO I

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE FENOTIPICA DE GENÓTIPOS DE SOJA EM PORTO ALEGRE DO NORTE - MT

RESUMO

Estudos de adaptabilidade e de estabilidade são de grande importância para os programas de melhoramento de plantas, tornando possível a identificação de cultivares com comportamento previsível frente às variações ambientais. Este trabalho teve o objetivo de avaliar a adaptabilidade e estabilidade produtiva de genótipos de soja [*Glycine max* (L.) Merrill], em Porto Alegre do Norte, no estado do Mato Grosso. Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Piraguassu, pertencente ao Grupo Itaquere, no município de Porto Alegre do Norte-MT. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com três repetições, envolvendo 25 linhagens e quatro cultivares comerciais de soja (Garantia, UFUS Impacta, UFUS Xavante e MSOY 8914). Os ensaios foram realizados nos anos de 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011 em Porto Alegre do Norte-MT. Para avaliação da adaptabilidade e da estabilidade, utilizaram-se os métodos Eberhart e Russell (1966), Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998), centroide (ROCHA *et al.*, 2005) e Wricke (1965). Todas as metodologias avaliadas, Eberhart e Russell, Lin e Binns modificada por Carneiro (1998), Centroid e de Wricke (1965), foram concordantes ao se destacar a UFU- 16, devido ao maior desempenho produtivo, adaptação a ambiente favorável, entretanto sendo considerada com baixa estabilidade. Pelo método de Eberhart e Russel e Lin Binns modificado por Carneiro (1998), as linhagens UFU-1 e UFU-14 apresentaram elevadas médias de produtividade de grãos, alta estabilidade e foram classificadas como de adaptabilidade a ambiente favorável. Contudo, as metodologias de Lin Binns modificada por Carneiro (1998) e Eberhart e Russel (1966) foram coerentes na classificação das cultivares quanto à adaptabilidade e à estabilidade.

Palavras-chave: Genótipos x ambientes. Adaptabilidade. Linhagens. Produtividade de grãos.

ABSTRACT

Studies on adaptability and stability are very important in plant improving programs, because they allow identifying cultivars with predictable behavior upon environmental changes. This search aims to evaluate adaptability and productive stability in soybean genotypes [*Glycine max* (L.) Merrill], in Porto Alegre do Norte, state of Mato Grosso, Brazil. The experiment were carried out in Paraguassu Farm which belongs to Itaquere Group. The experimental design was a randomized block design with three replications, involving 25 lineages and four commercial cultivars of soybean (Garantia, UFUS Impacta, UFUS Xavante e MSOY 8914). Assays were performed in harvests of 2008/2009, 2009/2010 and 2010/2011 in Porto Alegre do Norte-MT. In order to evaluate adaptability and stability, we used the following methods: Eberhart & Russell (1966), Lin & Binns modified by Carneiro (1998), centroid (ROCHA *et al.*, 2005) and Wricke (1965). All these methodologies agreed in highlighting UFU- 16, due to its best productive performance, adaptation to favorable environment, however, it was considered low stability. According to the methods Eberhart & Russell (1966), Lin & Binns modified by Carneiro (1998), UFU-1 and UFU4 lineages showed high grain productivity average, high stability and were classified as adapted to favorable environment. However, both methodologies Lin & Binns modified by Carneiro (1998) and Eberhart & Russell (1966) agreed in classifying the cultivars concerning to adaptability and stability.

Keywords: Genotypes x environment. Adaptability. Lineages. Grain Productivity.

1 INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill], em função do seu potencial produtivo, ocupa posição de destaque na economia brasileira, justificando a necessidade de pesquisas no sentido de aperfeiçoar o seu cultivo e de reduzir os riscos de prejuízos. Essa cultura é explorada em uma extensa área do País, possibilitada pela grande diversidade de cultivares (CARVALHO *et al.*, 2010).

Considerando as inúmeras variações ambientais a que a soja é comumente submetida, a interação genótipos x ambientes assume papel fundamental na manifestação fenotípica, devendo, portanto, ser estimada e considerada no programa de melhoramento genético e na indicação de cultivares (PRADO *et al.*, 2001).

A interação genótipos x ambientes constitui um dos maiores problemas dos programas de melhoramento de qualquer espécie, seja na fase de seleção seja na recomendação de cultivares. Entre as alternativas para se amenizar a influência dessa interação, tem sido recomendado o emprego de cultivares com ampla adaptabilidade e boa estabilidade (BARROS *et al.*, 2010).

A adaptabilidade é a capacidade de os genótipos aproveitarem vantajosamente o estímulo do ambiente; a estabilidade é a capacidade de mostrarem um comportamento altamente previsível em função do estímulo do ambiente (CRUZ; CARNEIRO, 2003). Para avaliação dos genótipos, visando aos estudos de adaptabilidade e de estabilidade, é necessário conduzir experimentos precisos e em uma grande amplitude de condições ambientais sendo, portanto, uma das etapas mais importantes, trabalhosas e onerosas de um programa de melhoramento (SILVA; DUARTE, 2006; MAIA *et al.*, 2006; ROCHA *et al.*, 2005; NUNES *et al.*, 2002; ATROCH *et al.*, 2000; PRADO *et al.*, 2001; FARIAS, *et al.*, 1997).

Vários métodos estatísticos têm sido propostos e utilizados em aplicações e, a cada dia, novos procedimentos têm sido utilizados com o objetivo de se interpretar melhor a interação, podendo-se destacar: Plaisted e Peterson (1959); Finlay e Wilkenson (1963); Wricke (1965); Eberhart e Russell (1966); Tai (1971); Verma *et al.*, (1978); Cruz *et al.* (1989); Lin e Binns (1988).

Segundo Rocha (2002), as metodologias mais usadas para acessar a adaptabilidade e a estabilidade de genótipos de soja são aquelas baseadas em regressão linear, sendo mais utilizado o método proposto por Eberhart e Russell (1966).

O método da ecovalência proposto por Wricke (1965), baseado em análise de variância, foi utilizado, na cultura da soja, por Miranda (1999), Yokomizo (1999) e Prado *et al.* (2001). De acordo com esses autores, o método mostrou-se bastante prático para avaliar a estabilidade fenotípica. Entretanto, os dois primeiros autores verificaram que a seleção foi mais eficiente quando combinou a ecovalência com o desempenho médio dos genótipos avaliados. Miranda (1999) verificou que a ecovalência é inversamente proporcional ao ciclo, mencionando que quanto mais precoce o material, menor a estabilidade.

Segundo Eberhart e Russell (1966), a cultivar ideal é aquela que tem alta produtividade, coeficiente de regressão igual à unidade e desvio de regressão não significativo. Lin *et al.* (1986) apresentaram críticas aos métodos que se baseiam no desvio da regressão como parâmetro de estabilidade. Segundo os autores, esse parâmetro serve apenas para indicar o ajuste dos dados à equação obtida, ao invés de avaliar a maior ou menor estabilidade da cultivar.

Metodologias baseadas em componentes principais, embora rotineiramente utilizadas em programas de melhoramento em estudos de diversidade genética, são pouco utilizadas em estudos da interação genótipo x ambiente (ROCHA *et al.* 2005). Nesse trabalho, a metodologia baseada nos componentes principais denominada de Centróide, foi utilizada para representar a variação do desempenho dos genótipos nos ambientes, em uma dispersão no plano com poucos eixos, o que permite uma análise simultânea do desempenho de um número elevado de genótipos em virtude da facilidade de interpretação dos resultados.

As análises de adaptabilidade e de estabilidade são, portanto, procedimentos estatísticos que permitem, de algum modo, identificar as cultivares de comportamento mais estável e que respondem previsivelmente às variações ambientais. Algumas dessas análises permitem, também, dividir os efeitos da interação G x A em efeitos de genótipos e de ambientes, revelando a contribuição relativa de cada um para a interação total (ROCHA, 2002). Assim, a estimação dos parâmetros de adaptabilidade e de estabilidade fenotípica tem sido uma forma muito difundida, entre os melhoristas de plantas, de avaliar novos genótipos antes de sua recomendação como cultivares.

O objetivo deste trabalho foi avaliar, com base na produtividade de grãos, a adaptabilidade e a estabilidade de 25 genótipos de soja de ciclo tardio e quatro cultivares comerciais, cultivados em três anos consecutivos em Porto Alegre do Norte-MT.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Piraguassu, pertencente ao Grupo Itaquere, no município de Porto Alegre do Norte-MT, situado na latitude 10°52'37" sul, longitude 51°37'57" oeste, estando a uma altitude de 205 metros e a média anual pluviométrica é de 1.761,4 mm.

A área experimental situa-se sobre em Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico. As semeaduras foram realizadas nos dias 19 de novembro de 2008, 29 de novembro de 2009 e 18 de novembro de 2010 em Porto Alegre do Norte-MT

Foram realizadas, sempre que necessário, pulverizações com defensivos agrícolas recomendados para a cultura da soja visando ao controle tanto de plantas infestantes, quanto de doenças e insetos pragas, na época e nas doses recomendadas pelo fabricante. A adubação foi realizada de acordo com a análise de solo de cada local e as recomendações para a cultura utilizando-se a formulação 2-28-20.

O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados com três repetições, envolvendo 25 genótipos e quatro cultivares comerciais (Garantia, UFUS Impacta, UFUS Xavante e MSOY 8914). Cada unidade experimental foi constituída de quatro fileiras de plantas de soja de 5m de comprimento, espaçadas de 0,50 m entre fileiras.

A parcela útil foi constituída de duas fileiras centrais, eliminando-se as duas fileiras laterais e 0,50 metro de cada extremidade, perfazendo 4,0 m² para cada parcela, onde foram coletadas, trilhadas e pesadas. O restante foi considerado bordadura.

A característica avaliada foi a produtividade de grãos (PG), em kg.ha⁻¹. A PG é avaliada por meio da colheita da área útil de cada parcela e da pesagem dos grãos obtidos após trilha dos feixes de planta e limpeza dos grãos. Os dados obtidos (gramas por parcela) foram transformados para kg ha⁻¹, sendo essa produtividade corrigida para teor de umidade de 13%, conforme a fórmula:

$$PF = \frac{PI \times (100 - UI)}{100 - UF}$$

Em que:

PF: peso corrigido da amostra;

PI: peso inicial da amostra;

UI: umidade inicial da amostra;

UF: umidade final da amostra (13%).

2.1 Análise estatística

As análises foram realizadas com o auxílio do programa computacional em genética e estatística, Programa GENES (CRUZ, 2009).

As análises de adaptabilidade e de estabilidade foram realizadas segundo os métodos propostos por Eberhart e Russell (1966), Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998), centroide (ROCHA *et al.*, 2005) e Wricke (1965).

2.1.1 Eberhart e Russell (1966)

O método de Eberhart e Russell (1966) baseia-se na regressão linear e considera desejáveis os genótipos com alta produtividade média, coeficientes unitários de regressão e desvios da regressão praticamente nulos. A estabilidade é estimada pela variância dos desvios da regressão (σ^2_{di}) e a adaptabilidade é obtida pela média e pelo coeficiente de regressão β_{1i} .

$$Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i} I_j + \delta_{ij} + \bar{\epsilon}_{ij}$$

Sendo:

Y_{ij} : média do genótipo i no ambiente j ;

β_{0i} : média geral do genótipo i ;

β_{1i} : coeficiente de regressão linear, que mede a resposta do i -ésimo genótipo à variação do ambiente;

I_j : índice ambiental codificado ($\sum_j I_j = 0$)

δ_{ij} : desvio da regressão; e

ε_{ij} : erro experimental médio.

O parâmetro de estabilidade (σ_{dt}^2) é estimado pelo método da análise de variância, a partir do quadrado médio do desvio da regressão de cada genótipo (QMD_i) e do quadrado médio do resíduo, isto é:

$$\sigma_{dt}^2 = \frac{\sum_j \delta_{ij}^2}{\alpha - 2} = \frac{QMD_i - QMR}{r}$$

em que:

$$QMD_i = \frac{r}{\alpha - 2} \left[\sum_j Y_{ij}^2 - \frac{Y_i^2}{\alpha} - \frac{(\sum_j I_{ij} I_j)^2}{\sum_j I_j^2} \right] \text{ (válido para qualquer } i \text{)}$$

Na análise de regressão apresentada, dispõe-se de médias dos genótipos, que são resultantes das várias repetições de um mesmo genótipo em determinado ambiente. Nesse caso, tem-se, além da regressão, uma soma de quadrados do resíduo, com valor correspondente ao que se obtém na análise de variância, e uma soma de quadrados devido à falta de ajustamento ou atribuída aos desvios da regressão.

Os demais parâmetros, β_{0i} e β_{1i} , são estimados da mesma maneira descrita no modelo de Finlay e Wilkinson (1963), ou seja:

$$\hat{\beta}_{0i} = \bar{Y}_i \text{ e } \hat{V}(\hat{\beta}_{0i}) = \frac{1}{\alpha} \hat{\sigma}_\varepsilon^2$$

$$\hat{\beta}_{1i} = \frac{\sum_j Y_{ij} I_j}{\sum_j I_j^2} \text{ e } \hat{V}(\hat{\beta}_{1i}) = \frac{1}{\sum_j I_j^2} \hat{\sigma}_\varepsilon^2$$

sendo:

$$\hat{\sigma}_\varepsilon^2 = \frac{1}{r} \hat{\sigma}^2 = \frac{QMR}{r}$$

A hipótese $H_0: \beta_{1i} = 1$ versus $H_a: \beta_{1i} \neq 1$ é avaliada pela estatística t, dada por:

$$t = \frac{\hat{\beta}_{1i} - 1}{\sqrt{\hat{V}(\hat{\beta}_{1i})}}$$

A hipótese $H_0: \sigma_{di}^2 = 0$ é avaliada pela estatística F, dada por:

$$F = \frac{QMD_i}{QMR}$$

Associada a um nível de significância α e a $a-2$ e m graus de liberdade, sendo m o número e graus de liberdade do resíduo obtido na análise conjunta.

Muitos genótipos, com rendimento médio superior, podem apresentar σ_{di}^2 estatisticamente diferente de zero. Entretanto, pode ser necessária a seleção de alguns genótipos do grupo em que a estabilidade (ou previsibilidade) for baixa. Nesses casos, uma medida auxiliar de comparação entre esses genótipos é o coeficiente de determinação R_i^2 , dado por:

$$R_i^2 = \frac{SQ(\text{Regressão linear})_i}{SQ(A/G_i)} \times 100$$

2.1.2 Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998)

Lin e Binns (1988) definiram, como medida para estimar a adaptabilidade e estabilidade, o quadrado médio da distância entre a média da cultivar e a resposta média máxima obtida no ambiente. A medida de superioridade é dada por:

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^n (Y_{ij} - M_j)^2}{2n}$$

Em que:

P_i = estimativa da adaptabilidade e estabilidade do genótipo i ;

Y_{ij} = média do genótipo i no ambiente j ;

M_j = resposta máxima observada entre todos os genótipos no local j ; e

n = número de locais.

Em razão da estatística desse método ser o quadrado médio da distância em relação à resposta máxima em cada local, ela tem propriedade de variância, ponderando, de maneira mais eficiente, os desvios de comportamento dos cultivares ao longo dos ambientes ou, ainda, considera a estabilidade de comportamento (CRUZ; CANEIRO, 2003).

Carneiro (1998) enfatizou que, apesar de a metodologia proposta por Lin e Binns (1988) se mostrar bastante promissora no uso pelos melhoristas, ela apresenta a estimativa apenas do parâmetro para a recomendação geral de cultivares. Entretanto, há tendência de que a recomendação seja feita particularizando grupos de ambientes favoráveis e desfavoráveis, que refletem, de certa forma, ambientes onde há emprego de alta e baixa tecnologia, respectivamente. Assim, decompôs a estatística P_i em ambientes favoráveis e desfavoráveis, denominada de MAEC (Medida de Adaptabilidade e de Estabilidade de Comportamento).

Para os ambientes favoráveis, com índices maiores ou iguais a zero, a MAEC (P_{if}) é estimada conforme a seguir:

$$P_{if} = \frac{\sum_{j=1}^f (Y_{ij} - M_j)^2}{2f}$$

em que:

f = número de ambiente favoráveis;

Y_{ij} = média do genótipo i no ambiente j ; e

M_j = resposta máxima observada entre todos os genótipos no local j .

Da mesma forma para ambientes desfavoráveis, cujos índices são negativos:

$$P_{id} = \frac{\sum_{j=1}^d (Y_{ij} - M_j)^2}{2d}$$

d = número de ambientes desfavoráveis.

A estimativa da estatística MAEC, assim decomposta, torna o método mais adequado aos propósitos de recomendação dos cultivares, pois fornece direcionamento

da resposta aos diferentes tipos de ambientes. Assim, a recomendação geral é feita com base no Pi original de Lin e Binns (1988), e para ambientes favoráveis e desfavoráveis, conforme a decomposição proposta por Carneiro (1998).

2.1.3 Centroide

O método centroide, segundo Rocha *et al.* (2005), baseia-se na comparação de valores de distância cartesiana entre os genótipos e quatro referências ideais (ideótipos), criados com base nos dados experimentais para representar os genótipos de máxima adaptabilidade geral, máxima adaptabilidade específica a ambientes favoráveis ou desfavoráveis e os genótipos de mínima adaptabilidade.

O ideótipo de máxima adaptabilidade geral é aquele que apresenta os valores máximos observados para todos os ambientes estudados (ideótipo I). Os ideótipos de máxima adaptabilidade específica são aqueles que apresentam máxima resposta em ambientes favoráveis e mínima resposta em ambientes desfavoráveis (ideótipo II) ou máxima resposta em ambientes desfavoráveis e mínima em ambientes favoráveis (ideótipo III). O ideótipo de mínima adaptabilidade é aquele que apresenta os menores valores em todos os ambientes estudados (ideótipo IV).

Para utilização desse método, os ambientes foram classificados em favoráveis e desfavoráveis utilizando o índice ambiental como proposto por Finlay e Wilkinson (1963).

$$I_j = \frac{1}{g} \sum_i Y_{ij} - \frac{1}{ag}$$

Em que:

Y_{ij} : média do genótipo i , no ambiente j ;

$Y_{..}$: total das observações;

a : número de ambientes;

g : número de genótipos.

Após a classificação dos ambientes, foram criados pontos referenciais, os ideótipos de resposta diferenciada a ambientes favoráveis e desfavoráveis, visando à classificação dos outros pontos do gráfico, considerando os valores de distância cartesiana entre os pontos a cada um dos quatro ideótipos. Uma medida de probabilidade espacial pode ser calculada utilizando o inverso da distância entre um tratamento aos quatro ideótipos:

$$P_{d(i,j)} = \frac{\left[\frac{1}{d_i} \right]}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

Em que:

$P_{d(i,j)}$ = probabilidade de apresentar padrão de estabilidade semelhante ao j-ésimo centroide;

d_i = distância do i-ésimo ponto ao j-ésimo centroide.

2.1.4 Wricke (1965)

A ecovalência foi estimada pela partição da soma de quadrados da interação G x A. Assim, para cada genótipo, foi estimada sua contribuição para a interação total, por meio da soma de quadrados da interação envolvendo todos os ambientes em que ele foi avaliado. A partição da soma de quadrados da interação G x A foi estimada de acordo com o modelo proposto por WRICKE (1965):

$$\omega_i = \sum_{j=1}^n (ge)_{ij}^2$$

Sendo (ge) estimado de acordo com equação a seguir:

$$(ge)_{ij} = Y_{ij} - \bar{Y}_i - \bar{Y}_j - \bar{Y}_{..}$$

em que:

Y_{ij} : é a média do genótipo “i” no ambiente “j”;

\bar{Y}_i : é a média do genótipo “i” em todos os ambientes;

\bar{Y}_j : é a média do ambiente “j” para todos os genótipos;

$\bar{Y}_{..}$: é a média geral.

O somatório dos ω_i corresponde ao valor da soma de quadrados da interação G x A. Dessa forma, é possível calcular a porcentagem da interação G x A devida a cada genótipo (ω_i %), dada pela equação a seguir:

$$\omega_i \% = \left(\omega_i / \sum_i \omega_i \right)$$

Quanto menores os valores de ω e $\omega\%$, mais estáveis serão os genótipos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da análise de variância (Tabela 1), mostraram interação significativa entre genótipos e anos de semeadura, evidenciando a existência de comportamento diferenciado dos genótipos frente às variações ambientais, resultado semelhante ao que foi encontrado por Oliveira *et al.* (2004), que, ao avaliar o potencial produtivo de cultivares de soja comerciais nos estados de Minas Gerais e Goiás, indicou efeitos significativos das fontes de variação genótipos, ambientes e interação entre eles. De acordo com Cruz e Carneiro (2003), o estudo da interação genótipos x ambientes constitui uma das maiores preocupações nos programas de melhoramento de qualquer espécie, seja na fase de seleção seja na de recomendação de cultivares. Com esses resultados, ficou evidenciada a possibilidade de se selecionarem genótipos mais estáveis e adaptados, em que a significância da interação genótipos x ambientes indica a conveniência de proceder à análise da adaptabilidade e da estabilidade fenotípica.

TABELA 1. Resumo da análise de variância dos dados obtidos de produtividade ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), de 25 genótipos e 4 cultivares de soja cultivados nos anos agrícolas 2008/09, 2009/10 e 2011/12, Porto Alegre do Norte-MT.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS
Blocos/Anos	6	2899026,49
Genótipos	28	1195693,28 NS
Anos	2	46671172,46*
Genótipos X Anos	56	1813836,87*
Resíduo	168	1246836,69

Média	4198,88
C.V. (%)	26,59

*: significativo a 5%, pelo teste F.

O coeficiente de variação experimental do rendimento dos grãos foi de 26,59% indicando médio controle das causas de variação de ordem sistemática dos ambientes experimentais. Embora Carvalho et al. (2002) consideraram o limite aceitável de coeficiente de variação para produtividade de grãos em soja seja de 16%, vários autores ao estudarem o comportamento de variedades e linhagens de soja cultivadas em diversos ambientes, obtiveram o coeficiente de variação acima do desejável (ROCHA, (2009); PELUZIO et al. (2008), MENDONÇA et al. (2007); ROCHA (2002).,

Para uma adequada interpretação sobre adaptabilidade e estabilidade dos genótipos pelas metodologia de Eberhart e Russel (1966), isto, baseada em regressão, é aconselhável que os coeficiente de determinação sejam superior a 70%. De acordo com a Tabela 2, as linhagens UFU-1, UFU-3, UFU-6, UFU-7, UFU-11, UFU-12, UFU-13, UFU-14, UFU-15, UFU-20, UFU-25 e a cultivar UFUS IMPACTA apresentaram médias de produtividade alta, desvio de regressão não significativo e alto coeficiente de determinação, sendo assim caracterizadas, segundo metodologia de Eberhart e Russell (1966), como genótipos de adaptação ampla e de alta previsibilidade. As linhagens que se destacaram em relação a ampla adaptação e alta estabilidade apresentando produtividades superiores a cultivar UFUS XAVANTE, foi a UFU-1 e UFU-14.

Somente o genótipo UFU- 16, apresentou significância em relação ao desvio de regressão e baixo coeficiente de determinação, sendo considerados com baixa estabilidade e adaptação a ambiente favorável (Tabela 2). Resultados discordantes com o de Barro et al. (2009), ao avaliar a adaptabilidade e estabilidade em genótipos de soja utilizando o método de Eberhart e Russell (1966) no estado do Mato Grosso, alguns genótipos foram classificadas como sendo de adaptabilidade geral e alta estabilidade ou previsibilidade em relação ao rendimento. Nenhum dos genótipos e cultivares avaliadas, não apresentaram adaptação a ambientes desfavorável.

A metodologia de Lin e Binns (1988) baseia-se na estimativa do parâmetro P_i , que mede o desvio do caráter estudado de um genótipo em relação ao máximo em cada ambiente. Carneiro (1998) propôs uma melhoria do método a fim de torná-lo capaz de determinar o comportamento dos genótipos em ambientes específicos: favoráveis e desfavoráveis. O genótipo ideal por esse método é aquele com média alta e menor valor

de Pi. Segundo a metodologia de Lin e Binns (1988) modificada por Carneiro (1998) (Tabela 2) a linhagem UFU-16 e a cultivar UFUS Xavante, foram as que apresentaram menores valores de Pi para ambiente favorável, sendo assim classificadas como genótipos de adaptabilidade para ambiente favorável. Resultados similares ao de Marques et al. (2011), ao estudar a adaptabilidade e estabilidade de sete cultivares de soja em três épocas de semeadura em Uberlândia-MG, a cultivar UFUS Xavante foi a que apresentou menor Pi para ambiente favorável, sendo assim classificada como uma cultivar de alta estabilidade e adaptabilidade para ambiente favorável.

As linhagens UFU-01, UFU-09, UFU-14, UFU-16, UFU-19 e as cultivares UFUS IMPACTA e UFUS XAVANTE, apresentaram adaptabilidade para ambiente favorável e alta previsibilidade. Por outro lado, a linhagem UFU-24 e UFU-12, comportou-se como a de alta adaptabilidade e alta estabilidade para ambiente desfavorável, apresentando neste ambiente o menor valor de Pi ($Pi_{desf.} = 0$). Os demais genótipos comportaram-se como baixa adaptabilidade e estabilidade em todos os ambientes revelando elevados valores para o estimador Pi (Tabela 2).

TABELA 2. Estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 25 genótipos e 4 cultivares de soja para produtividade de grãos, com base nas metodologias de Eberhart e Russell (1966), Lin e Binns (1988) modificada por Carneiro (1998), centroide (ROCHA et al., 2005) e Wricke (1965).

Genótipos	Média	Eberhart e Russell (1966)			Lin e Binns (1988)			Classif.	Centróide				Wricke (1965)
		(β_1) ¹	σ_{di}^2	R ² (%)	Pi geral	Pi fav.	Pi desf.		Prob (I)	Prob (II)	Prob (III)	Prob (IV)	
UFU-1	4675,7	0,74NS	-286270,95NS	81,98	1764096,7	2636102,4	20085,42	III	0,23	0,21	0,28	0,25	0,59
UFU-2	4351,5	0,36NS	-263834,28NS	48,95	2270711,9	3394814,5	22506,64	III	0,18	0,17	0,35	0,28	1,71
UFU-3	3903,8	0,9NS	-362997,49NS	94,34	3052201,8	4269539,1	617527,2	IV	0,15	0,15	0,32	0,37	0,18
UFU-4	3889,9	1,06NS	756312,04NS	50,91	3479061,4	4823074,8	791034,6	IV	0,16	0,17	0,3	0,34	3,47
UFU-5	3731,8	1,24NS	508497,66NS	64,26	3696549,9	4929680,1	1230290	IV	0,16	0,17	0,29	0,37	2,91
UFU-6	4098,1	1,06NS	-340109,79NS	94,17	2403565,5	3326708,6	557279,4	IV	0,17	0,18	0,3	0,33	0,23
UFU-7	3601,5	0,54NS	-372373,58NS	88,12	3956395,4	5625816,6	617553,1	IV	0,1	0,11	0,33	0,44	0,77
UFU-8	4004,7	1,26NS	1082012,82NS	53,55	2447195,2	3233148,8	875288	IV	0,18	0,2	0,28	0,32	4,65
UFU-9	4375,3	1,13NS	648275,16NS	56,52	1765327,2	2471953,2	352075,2	IV	0,22	0,22	0,27	0,27	3,2
UFU-10	4343,5	0,69NS	-86244,85NS	61,27	2054993,4	3020329,6	124320,9	III	0,19	0,19	0,31	0,29	1,26
UFU-11	4043,7	0,79NS	-131151,63NS	70,4	2591945,3	3694062,7	387710,6	IV	0,16	0,16	0,32	0,34	0,97
UFU-12	4470	0,41NS	-415593,23NS	99,98	2141035,9	3207332,8	8442,2	III	0,2	0,18	0,33	0,27	1,09
UFU-13	4262,8	1,02NS	-311361,95NS	91,52	2300192,6	3268227,4	364123	IV	0,19	0,19	0,29	0,3	0,3
UFU-14	4551,8	0,83NS	-361506,35NS	93,18	1699495,1	2508836,3	80812,72	III	0,22	0,21	0,28	0,26	0,25
UFU-15	4103,5	1,36NS	-393545,43NS	98,9	2316840,9	3050950,3	848622,2	IV	0,19	0,2	0,28	0,32	0,48
UFU-16	5117,9	2,54*	4567330,32**	58,31	797241,57	776031,79	839661,1	II	0,31	0,39	0,14	0,14	22,31
UFU-17	4144,2	0,99NS	1924543,03*	31,42	3309151,4	4739365,3	448723,4	IV	0,19	0,19	0,3	0,3	6,91
UFU-18	3339,3	0,48NS	335168,26NS	25,23	4458030,2	6247849,8	878391,2	IV	0,08	0,08	0,28	0,53	3,05
UFU-19	4865,2	1,61NS	987660,56NS	66,69	1659568,6	2348449	281807,8	I	0,27	0,27	0,22	0,22	5,35
UFU-20	4298,5	1,22NS	-344550,66NS	95,74	1957319,1	2693212,2	485532,9	IV	0,2	0,21	0,28	0,29	0,36
UFU-21	4215,5	1,53NS	2350202,66*	47,73	3100694,9	4210259,3	881566,3	IV	0,21	0,22	0,27	0,29	9,07
UFU-22	4035,9	0,98NS	841383,61NS	45,28	3222671,5	4561394,4	545225,6	IV	0,17	0,18	0,3	0,32	3,71
UFU-23	3997,5	0,33NS	-27696,12NS	23,8	3358909,7	4966628	143473	III	0,14	0,14	0,37	0,33	2,54
UFU-24	4116	-0,15NS	556136,25NS	2,6	3704642,2	5556963,3	0,00	III	0,15	0,14	0,39	0,3	7,1
UFU-25	4312,5	0,52NS	-410659,18NS	98,36	2367032,4	3513794,6	73508	III	0,18	0,17	0,34	0,29	0,72
UFUS GARANTIA	4182,3	0,91NS	790011,84NS	42,56	2221498,6	3154230	356035,8	IV	0,19	0,19	0,3	0,3	3,58
UFUS IMPACTA	4404,9	1,57NS	-210150,98NS	92,8	1921644,1	2537770	689392,4	IV	0,22	0,24	0,25	0,27	1,64
UFUS XAVANTE	4484,5	1,71NS	2840687,18**	49,34	1523360,9	1909084,4	751914	II	0,25	0,28	0,22	0,23	11,25
MSOY 8914	3846	1,23NS	-400465,35NS	99,07	2925354	3864323,1	1047416	IV	0,15	0,16	0,29	0,38	0,21

Classe I: Adaptabilidade geral alta (++); Classe II: Adaptabilidade específica a ambientes favoráveis (+); Classe III: Adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis (-); Classe IV: Pouco adaptado (-). 1: **, Significativo a 1, pelo teste t.. 2: **, *: Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

O conceito de adaptabilidade e de estabilidade na metodologia do centroide difere daqueles das demais metodologias existentes na literatura. Os genótipos de máxima e média adaptação específica não são aqueles que apresentam bom desempenho nos grupos de ambientes favoráveis ou desfavoráveis, mas sim os genótipos que apresentam valores máximos ou médios para determinado grupo de ambientes (favoráveis e desfavoráveis) e mínimo para outro conjunto. Conforme o método Centroide (Tabela 2), verificou-se que o genótipo 19 foi classificado na classe I que representa adaptabilidade geral alta, destacando-se dos demais genótipos e cultivares; em seguida, a cultivar UFUS Xavante sendo agrupada na classe II que representa adaptabilidade específica a ambientes favoráveis. Já os genótipos 3,4,5,6,7,8,9,11, 13, 15, 17, 18, 20, 21, 22, UFUS Garantia, UFUS Impacta e Msoy 8914 foram agrupados na classe IV, ou seja, comportaram-se como cultivares pouco adaptadas. Barros *et al.*(2009), ao avaliar o desempenho, a estabilidade e a adaptabilidade de 29 genótipos de soja no Estado do Mato Grosso, ao utilizar o método centroide, verificaram que os genótipos apresentaram distribuição heterogênea para produtividade de grãos.

O método Wricke (1965), contém a contribuição de cada genótipo, em porcentagem, para a interação G x A, obtida pela ecovalência. Assim, quanto menores os valores de ω_i e ϖ_i %, mais estáveis serão os genótipos. Em termos de adaptabilidade, quanto melhor sua classificação em termos de média, maior sua adaptabilidade. De acordo com a metodologia de Wricke (1965), a linhagem UFU-3 apresentou o menor valor da interação total (Tabela 2), sendo considerada a mais estável em relação aos demais genótipos e as linhagens UFU-6, UFU-13 e UFU-14, que apresentaram alta previsibilidade. Já o genótipo 16 apresentou o maior valor de interação total, comportando-se com baixa adaptabilidade e estabilidade, entretanto foi o que apresentou maior produtividade, comparado com os demais genótipos; esses resultados foram similares aos de Gonçalves; Di Mauro e Cargnelutti Filho (2007) em que os genótipos mais produtivos apresentaram os maiores valores para o parâmetro de ecovalência, sendo considerados como os mais instáveis.

Comparando a classificação da estabilidade fenotípica dos genótipos obtidas pelo método Eberhart e Russell (1966), com classificação obtida pela metodologia de Lin e Binns (1988) modificada por Carneiro (1998), observa-se que quase todos os genótipos apresentaram classificação semelhante, destacando-se a UFU-1 e UFU-14, apresentando alta adaptabilidade e estabilidade para ambiente favorável, e diferindo do método Centroide e de Wricke (1965); esses resultados foram semelhantes aos

encontrados por Azevedo (2004), que, ao estudar a adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja nos Estados de Minas Gerais, Mato Grosso e São Paulo, verificou que os métodos Eberhart e Russell (1966) e Lin e Binns (1988) modificada por Carneiro (1998) foram concordantes.

Já a linhagem UFU-16 obteve o comportamento parecido em todas as metodologias indicadas, apresentando-se a maior produtividade de grãos, comportando-se com baixa adaptabilidade e estabilidade entre as variações ambientais (Tabela 2). Segundo Prado *et al.* (2001) ao avaliar o desempenho produtivo, a estabilidade e a adaptabilidade de 21 cultivares de soja, em cinco épocas de plantio, no cerrado de Rondônia, por meio dos métodos de Wricke (1965), Cruz *et al.* (1989) e Eberhart e Russell (1966) concluiu que os métodos utilizados são coerentes entre si e permitem identificar, entre as cultivares avaliadas, as de maior estabilidade e adaptabilidade. Oliveira (2008), concluiu que os métodos de Annicchiarico, Linn e Binns (1988) modificado por Carneiro e Centroides foram coerentes entre si e permitiram identificar, entre os genótipos avaliados, os de maior estabilidade e adaptabilidade. Nesse sentido, cada uma das metodologias forneceu sua contribuição para um melhor entendimento da interação G x E.

Contudo, a metodologia utilizada depende de vários fatores que influenciam o experimento; um deles é a quantidade de ambientes e de épocas em que o material é testado. Métodos de estabilidade que se baseiam, exclusivamente, em coeficientes de regressão não se associam àqueles baseados na contribuição genotípica para a interação G x A, é recomendável associá-los a outro método com esse último princípio, ou introduzir medidas estatísticas dessa natureza (SILVA; DUARTE, 2006).

4 CONCLUSÕES

- Evidenciou-se a ocorrência da interação genótipo x ambientes (GxA) nos genótipos e cultivares nos anos de plantio;
- Pelo método de Eberhart e Russel e Lin Binns (1988) modificado por Carneiro (1998), as linhagens UFU-1 e UFU-14 se destacaram, ao apresentarem elevadas médias de produtividade de grãos, alta estabilidade e foram classificadas como de adaptabilidade a ambiente favorável;
- Todas as metodologias propostas foram concordantes em destacar a UFU- 16, devido ao maior desempenho produtivo, à adaptação a ambiente favorável, entretanto com baixa estabilidade;
- As metodologias de Lin Binns (1988) modificada por Carneiro (1998) e de Eberhart e Russel (1966) foram coerentes na classificação das cultivares quanto à adaptabilidade e estabilidade.

5 REFERÊNCIAS

ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; AGUIAR, C. G.; ÁVILA, M. R.; STÜLP, M. Qualidade fisiológica e sanitária das sementes sob semeadura antecipada da soja. **Scientia Agraria**, Curitiba- PR, v.9, n.4, p.445-454, 2008.

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

AVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; MANDARINO, J. M.; ALBRECHT, L. P.; VIDIGAL FILHO, P. S. Componentes do rendimento, teores de isoflavonas, proteínas, óleo e qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 29, n. 3, p. 111-127, 2007.

AZEVEDO, V. H. de. **Estratificação ambiental, adaptabilidade e estabilidade de produção de grãos de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) nos estados de Minas Gerais, Mato Grosso e São Paulo**. 2004. 155 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

BARROS, H. B.; SEDIYAMA, T.; TEXEIRA, R. C.; FIDELIS, R. R.; CRUZ, C. D.; REIS, M. S. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja avaliados no estado do Mato Grosso. **Revista Ceres**, Viçosa/MG, v. 57, p. 359-366, 2010.

BARROS, H. B.; SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C. REIS, M. S.; CRUZ, C. D. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja, no estado do Mato Grosso. **Biosci.j.**, Uberlândia, v. 25, n. 3, p.119-128, 2009.

BRACCINI, A. L.; ALBRECHT, L. P.; ÁVILA, M. R.; SCAPIM, C. A.; BIO, F. E. I.; SCHUAB, S. R. P. Qualidade fisiológica e sanitária das sementes de quinze cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) colhidas na época normal e após o retardamento da colheita. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá- PR, v.25, n.2, p.449-457, 2003.

BRACCINI, A. L.; MOTTA, I. S.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, M. C. L.; ÁVILA, M. R.; SCHUAB, S. R. P. Semeadura da soja no período de safrinha: potencial fisiológico e sanidade das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.25, n.1, p.76-86, 2003.

CARNEIRO, P. C. S. **Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. 1998. 168f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CARVALHO, E. R.; REZENDE, P. M.; OGOSHI, F. G. A.; BOTREL, E. 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. **Ciênc. Agrotec**, Lavras-MG, v.34, n.4, p. 892-899, 2010.

CARVALHO, H. W. L.; SILVA, M. L.; CARDOSO, M. J.; SANTOS, M. X.; TABOSA, J. N.; CARVALHO, C. L.; LIRA, M. A. Adaptabilidade e estabilidade de

- cultivares de milho no Nordeste brasileiro no triênio de 1998 a 2000. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 37, n. 11, p. 1581-1588. 2002.
- CRUZ, S. J. S.; OLIVEIRA, S. S. C. de; CRUZ, S. C. S.; MADALENA, J. A. S. ; CUNHA, J. L. X. L. Desempenho de três variedades de soja na região dos tabuleiros costeiros no estado Alagoas. **Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 2, p.195-199, 2009.
- CRUZ, C. D. **Programa GENES- aplicativo computacional em genética e estatística**, Viçosa, MG: UFV, 2009.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003, 585p. v.2.
- CRUZ, C. D.; TORRES, R. A.; VENCOSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 12, p. 567-580, 1989.
- EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v. 6, n. 1, p. 36-40, 1966.
- GARCIA, A.; PÍPOLO, A. E.; LOPES, I. A. N.; PORTUGAL, F. A. F. **Instalação da lavoura de soja: Época, Cultivares, Espaçamento e População de Plantas**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 10p. (Circular Técnica, 51).
- GIURIZATTO, M. I. K. et al. Efeito da época de colheita e da espessura do tegumento sobre a viabilidade e o vigor de sementes de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 4, p.771-779, 2003.
- 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.
- HYMOWITZ, T.; COLLINS, F. I.; PANZNER, J.; WALKER, W. M. Relationship between the content of oil, protein, and sugar in soybean seed. **Agronomy Journal**, Madison, v.64, p.613-616, 1972.
- FARIAS, F. J. C.; RAMALHO, M. A. P. R.; CARVALHO, L. P.; MOREIRA, J. A. N.; COSTA, J. N. Parâmetros de estabilidade propostos por Lin & Binns (1988) comparados com o método da regressão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, v. 4, p. 407-414, 1997.
- FINLAY, K. W.; WILKINSON, G. N. The analysis of adaptation in plant-breeding programme. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v. 14, n. 5, p. 742-754, 1963.
- 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, p.193-198, 1988.

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

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

MARCOS-FILHO, J.; KIKUTI, A. L. P. Vigor de sementes de rabanete e desempenho de plantas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.28, n.3, p.44-51, 2006.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

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 deferentes épocas de semeadura. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 59-69, 2011.

MENDONÇA, O.; CARPENTIERI-PÍPOLO, V. ; GARBUGLIO, D. D.; FONSECA, N. S. Análise de fatores e estratificação ambiental na avaliação da adaptabilidade e estabilidade em soja. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.42, n.11, p.1567-1575, 2007.

MIRANDA, F. T. S. **Interação genótipos x ambientes em linhagens de soja selecionadas para resistência ao nematoide de cisto**. 1999. 141f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

MURAKAMI, D. M.; CARDOSO, A. A.; CRUZ, C. D.; BIZÃO, N. Considerações sobre duas metodologias de análise de estabilidade e adaptabilidade. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, 2004.

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

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

OLIVEIRA, L. G. **Adaptabilidade e estabilidade da produtividade de 16 genótipos de soja resistente a herbicida em duas regiões sojícolas**. 2008. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

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

PELUZIO, J. M.; FIDELIS, R. R.; GIONGO, P. R.; SILVA, J.C; CAPPELLARI, D.; BARROS, H. B. Análise de regressão e componentes principais para estudo da adaptabilidade e estabilidade em soja. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.4, p.455-462, 2008.

PEREIRA, E. B. C.; PEREIRA, A. V.; FRAGA, A. C. Qualidade de sementes de cultivares precoces de soja produzidas em três épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.8, p.47-55, 2000.

PESKE, S. T.; LUCCA FILHO, O. A.; BARROS, A. C. S.A. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. 2 ed. Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 2006. 470p.

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

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

ROCHA, R. S. Avaliação de variedades e linhagens de soja em condições de baixa latitude. 2009. 59f. **Dissertação** (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2009.

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

ROCHA, M. M. **Seleção de linhagens experimentais de soja para adaptabilidade e estabilidade fenotípica**. 2002. 184p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

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

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

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

VIEIRA, L. R. D.; SEDIYAMA, T.; SILVA, R. F.; SEDIYAMA, C. S.; THIEBANT, J. T. L.; XIMENES, P. A. Estudo da qualidade fisiológica de semente de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivar UFV-1 em quinze épocas de colheita. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2. Brasília, 1981. **Anais...**, Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1982, p.633-644. v.1.

WRICKE, G. Zur Berechnung der Ökivalenz bei Sommerweizen und Hafer. **Pflanzenzuchtung**, Berlin, v.52, p.127-138, 1965.

YOKOMIZO, G. K. **Interação genótipos x ambientes em topocruzamentos de soja tipo alimento com tipo grão**. 1999. 171f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

CAPÍTULO II

TOLERÂNCIA DE GENOTIPOS DE SOJA AO EXCESSO HÍDRICO DURANTE À COLHEITA NO MUNICÍPIO DE LUCAS DO RIO VERDE- MT

RESUMO

O excesso hídrico após a maturação plena pode ser prejudicial à cultura da soja, diminuindo a qualidade fisiológica dos grãos. Dessa forma, o trabalho teve como objetivo identificar e selecionar genótipos de soja tolerantes ao excesso hídrico após o estádio R8 no município de Lucas do Rio Verde- MT e avaliar as características agronômicas e a qualidade fisiológica dos grãos. O experimento foi conduzido na Estação de Pesquisa da Syngenta Seeds, no município de Lucas do Rio Verde – MT. O delineamento experimental foi de blocos completos casualizados com três repetições com quinze tratamentos: dez linhagens de soja da Empresa Syngenta e seis testemunhas (BRS Pintado, MSOY 8866, FTS 4188, P98Y51, TMG 131 e MSOY 8888). Foi realizado o esquema fatorial com sete épocas de colheita (Testemunha, cinco dias (primeira colheita), dez dias (segunda colheita), quinze dias (terceira colheita), vinte dias (quarta colheita), 25 dias (quinta colheita) e 30 dias (sexta colheita) após R8) um tempo de simulação de chuva (T1 –3h de simulação de chuva) e três repetições. O desempenho de cada genótipo foi avaliado por meio da mensuração das seguintes características: número de dias para a floração (NDF), número de dias para a maturidade (NDM), altura da planta (cm) na floração (APF), altura da planta (cm) na maturidade (APM), altura da inserção da primeira vagem (AIV), massa total (MT) e o massa de 100 grãos (MG). Na avaliação da qualidade fisiológica da semente, determinaram-se: a germinação, o vigor, a viabilidade, os danos de umidade e mecânicos, os teores de proteína e de óleo foram avaliados pelo método de Ressonância Nuclear Magnética (RMN). Os resultados permitiram verificar a superioridade na cultivar BRS Pintado quanto à massa total e à massa de 100 grãos, sendo considerada tolerante ao excesso hídrico e a linhagem 2 destaca-se quanto à qualidade fisiológica das sementes, apresentando germinação e vigor superiores. Conforme o retardamento de colheita após a maturação plena, a qualidade fisiológica das sementes diminui com a associação entre chuva e a deterioração de grãos aumenta linearmente para todas as cultivares.

Palavras-chave: *Glycinemax*. Germinação. Seleção. Estresse hídrico. Viabilidade.

Teste de tetrazólio.

ABSTRACT

Excess water after maturation may damage soybean crop and decrease grain physiological quality. So that this study aimed to identify and to select soybean genotypes tolerant to excess water after R8 stadium in the city of Lucas do Rio Verde-MT and to evaluate agronomic characteristics and physiological quality of the grains. The experiment was carried out in the Sygenta Seed Search Center in Lucas do Rio Verde – MT. The experimental design was a randomized complete block design with three replications with fifteen treatments: 10 soybean lineages of Sygenta Company and six control lineages (BRS Pintado, MSOY 8866, FTS 4188, P98Y51, TMG 131 e MSOY 8888). We conducted a factorial design with seven harvest times (control group: five days— first crop; 10 days second crop; 15 days third crop; 20 days - fourth crop; 25 days fifth crop and 30 days sixth crop after R8), one period of rain simulation (T1 - 3h of rain simulation) and three replications. We evaluated the performance of each genotype concerning to the following characteristics: number of days to flowering (NDF); number of days to maturity (NDM), plant height (cm) on flowering (PHF), plant height (cm) on maturity (PHM), height on the first pod (FPH), total weight (TW) and weight of 100 grains (GW). Referring to seed physiological quality, we determinate germination, vigor, viability, moisture and mechanical damages; protein and oil content was evaluated by Nuclear Magnetic Resonance (NMR) method. The results allowed us to verify the superiority of BRS Pintado cultivar concerning to total weight and weight of 100 grains. It was considered as tolerant to excess water and lineage 2 stands out as the physiological seed quality, germination and vigor than presenting. As the delayed harvest after full maturation, the seed physiological quality decreases with the association between rainfall and deterioration of grain increases linearly all cultivars.

Keywords: *Glycinemax*. Germination. Selection. water stress. Viability. Tetrazoliuim test.

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja constitui objeto de intensa atividade de pesquisa, com vistas à obtenção de informações que possibilitem expansão de seu cultivo e aumento na sua produtividade de grãos. Com o emprego da tecnologia gerada pela pesquisa básica, a soja destaca-se como a mais importante cultura de grãos do Brasil, colocando o País como o segundo maior produtor, exportador e processador mundial (EMBRAPA, 2004).

A soja é uma espécie sensível ao excesso hídrico, sabe-se que, após a maturação plena, o grão pode ser considerado como armazenado em campo, enquanto a colheita não se processa. Se as condições climáticas forem favoráveis, desde a maturação fisiológica até a época normal de colheita, os problemas de deterioração são amenizados. Entretanto, se no período de maturação, ocorreram índices elevados de precipitações pluviométricas, flutuações de umidade relativa do ar, variações da temperatura ambiental, isso resultará em perdas na qualidade fisiológica das sementes (ANDRADE *et al.*, 2010).

A tolerância ao excesso hídrico em soja é uma característica determinada geneticamente, de herança quantitativa (CORNELIUS *et al.*, 2005; HENSHAW *et al.*, 2007; REYNA *et al.*, 2003; VANTOAI *et al.*, 1994, 2001). A aplicação de métodos específicos de melhoramento genético, tais como a biotecnologia, proporciona o aumento no grau dessa tolerância (CORNELIUS *et al.*, 2005; CORNELIUS *et al.*, 2006; REYNA *et al.*, 2003, VANTOAI *et al.*, 2001). Os ganhos genéticos podem ser intensificados pelo aumento da variabilidade genética e pela identificação e introdução no programa de genótipos superiores provenientes de outros germoplasmas.

Segundo Green *et al.* (1965), condições ambientais adversas, no período de maturação, constituem fatores prejudiciais à obtenção de sementes de boa qualidade. Portanto, o emprego de cultivares com tolerância ao excesso hídrico, associado à escolha de regiões com características climáticas favoráveis, e ao escalonamento da época de semeadura, pode proporcionar a produção de sementes de melhor qualidade, além de melhores rendimentos na exploração comercial da cultura (BRACCINI *et al.*, 2003). Nesse contexto, Vieira *et al.* (1983) constataram que temperaturas amenas favoreceram a qualidade da semente e que condições quentes e úmidas, com excesso de precipitações pluviais, comprometem a germinação e o vigor das sementes.

Uma das etapas mais importantes na produção da soja é a obtenção de sementes de elevada qualidade, vigorosas e isentas de doenças (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI, 1990). Entre os fatores que afetam a qualidade das sementes de soja, a ocorrência de condições climáticas desfavoráveis durante o desenvolvimento da semente ou a exposição a períodos de alta umidade e temperatura após a maturação de sementes de soja, quando ainda no campo, causam danos fisiológicos e, conseqüentemente, prejudicam a qualidade das sementes (COSTA *et al.*, 2005).

Estudos realizados por Costa *et al.* (2003) mostraram que a qualidade dos grãos provenientes de algumas regiões do Brasil tem sido severamente comprometida em função dos elevados índices de deterioração por umidade, lesões por percevejos, por quebras e rupturas do tegumento. A ocorrência de chuvas pode diminuir a qualidade dos grãos, pelas suas sucessivas retrações e intumescimentos, à medida que se retarda a colheita. Panizzi *et al.* (1979) observaram que a alta proporção de microorganismos estava associada com sementes danificadas, entre estes *Fusarium* sp., infectando mais de 30% de grãos lesionadas por percevejos.

No entanto, torna-se necessária a avaliação do comportamento de soja em relação ao excesso hídrico selecionando os genótipos com tolerância a esta característica. Com isso, este trabalho tem como objetivo identificar e selecionar genótipos de soja tolerantes ao excesso hídrico na parte aérea no estágio R8 no município de Lucas do Rio Verde, localizado no Estado do Mato Grosso e avaliar as características agrônômicas e o desempenho da qualidade fisiológica das sementes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação de Pesquisa da Syngenta Seeds, no município de Lucas do Rio Verde - MT, situada na latitude 12° 58' Sul e longitude 55° 56' Oeste e altitude de 400 m. As médias anuais de precipitação e temperatura são 1.679,3 mm e 25,6 °C, respectivamente.

Os dados meteorológicos de precipitação pluvial e temperaturas máximas e mínimas (Figura 1) foram obtidos diretamente na Fundação Rio Verde, por meio de leitura diária no pluviômetro instalado próximo à área experimental e no termômetro de uma estação meteorológica da própria fazenda.

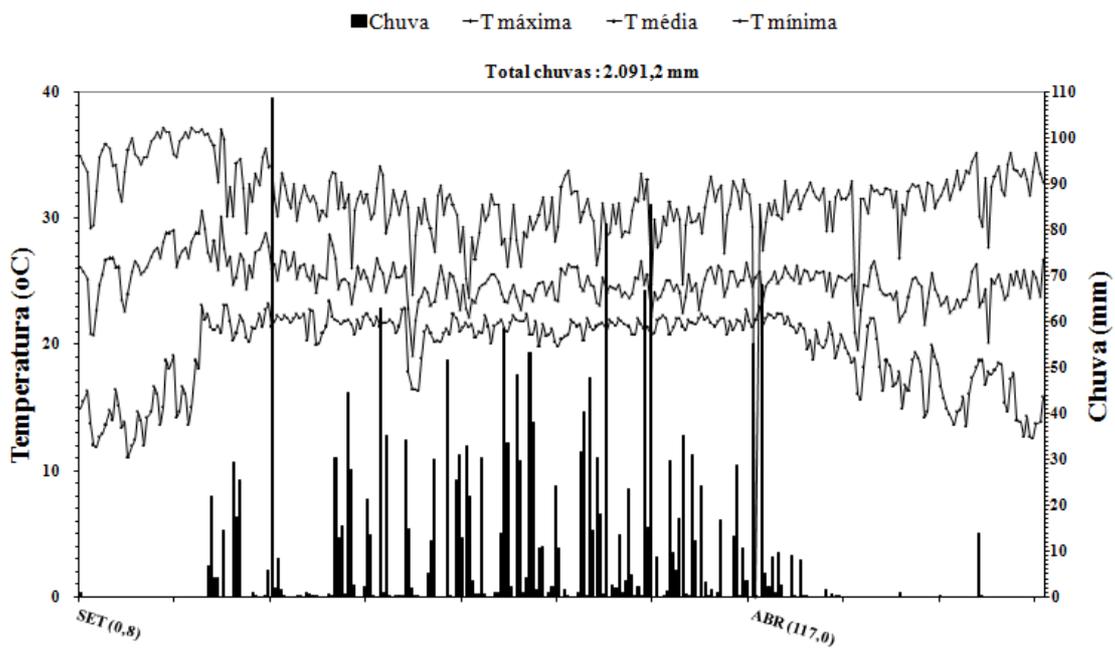


FIGURA 1. Dados climáticos de temperatura máximas, médias e mínimas e precipitação pluvial do ano agrícola de 2010, da Fundação Rio Verde, Lucas do Rio Verde-MT. [Em que: Chuva: precipitação (mm); T máxima : temperatura máxima ($^{\circ}\text{C}$); T média: temperatura média ($^{\circ}\text{C}$); T mínima: temperatura mínima ($^{\circ}\text{C}$).

A área escolhida situa-se sobre um Latossolo Vermelho Escuro distrófico de textura argilosa sob cultivo de soja com rotação com milho há vários anos.

Realizou-se adubação na área, baseada na análise do solo e na exigência da cultura (Tabela 3). A quantidade usada foi de 400 kg ha⁻¹ da fórmula comercial 04-24-24 de NPK, mais uma composição complementar de micronutrientes, sendo 0,5% Boro, 0,2% Zinco, 0,6% Manganês, sendo aplicados no sulco de semeadura. A semeadura foi realizada no dia 10 de junho de 2011 em Lucas do Rio Verde- MT.

TABELA 3. Características químicas do solo da estação experimental Syngenta seeds LRV-MT1.

Prof. (cm)	pH CaCl ₂	M.O dag/kg	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CT	V%
Cmolc/dm ⁻³											
0 a 10	5,1	2,1	46,2	71	3,8	1,1	0	2,8	5,0	7,8	40
10 a 20	4,8	1,5	25,5	27	1,9	0,6	0,2	3,8	2,5	6,3	40

(¹ – Análise efetuada no Laboratório de Análise de Solos e Calcários do ns= não solicitado/ SB= Soma de Bases/ t= CTC efetiva/ = CTC a pH 7,0/ V= Sat. Por bases/ m = Sat. Por alumínio. P, K (KCl 0,05mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mo L⁻¹); Al, Ca, Mg= (KCl 1 mol L⁻¹); H + Al= (solução tampão SMP a pH 7,5).

O delineamento experimental foi de blocos completos casualizados com quinze tratamentos: dez linhagens da empresa Syngenta e seis cultivares (BRS Pintado, MSOY8866, FTS4188, P98Y51, TMG131 e MSOY8888) e três repetições. A área total utilizada foi de 1728 m², sendo a parcela constituída de quatro fileiras de plantas de soja e três metros de comprimento, espaçadas a 0,45 m. Foi realizado o esquema fatorial com sete épocas de colheita (Testemunha, cinco dias (primeira colheita), dez dias (segunda colheita), quinze dias (terceira colheita), vinte dias (quarta colheita), 25 dias (quinta colheita) e 30 dias (sexta colheita) após R8) um tempo de simulação de chuva (T1 – 3 h de simulação de chuva) e três repetições. Foram colhidas cinco plantas, a cada cinco dias, das duas fileiras centrais, de cada parcela. Após a colheita, todas as parcelas foram levadas para a estação de pesquisa da Syngenta – Lucas do Rio Verde-MT e as que possuíam umidade de grão acima de 13% foram levadas ao secador e secas até a umidade menor ou igual a 13%.

A simulação de chuva foi efetuada por meio de um conjunto de nove aspersores instalados em malha quadrada de 6 x 6 m, de forma a obter homogeneidade na lâmina de água em todos os tratamentos. De acordo com as possibilidades, a simulação de chuva foi realizada em dois períodos do dia: das 8h às 11h da manhã e o segundo das 13h às 16h intercalando as parcelas. A lâmina de água, para três horas de simulação, foi medida por meio de seis pluviômetros distribuídos em toda a área experimental. O volume de água resultante da simulação de chuva foi em média de 14,5mm (Figura 2).

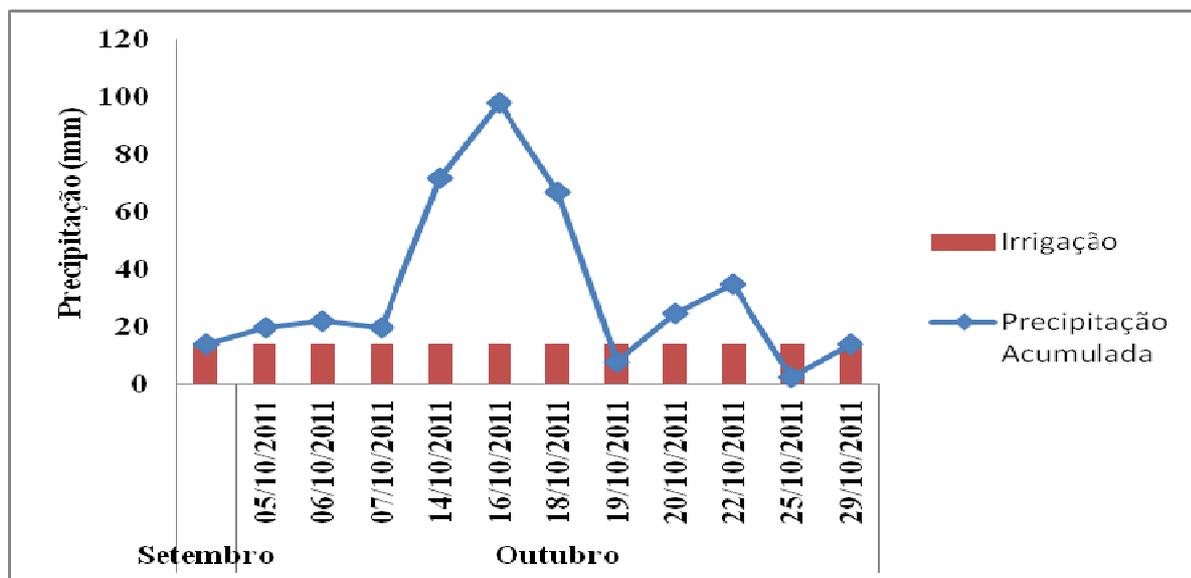


FIGURA 2. Valores de altura pluviométrica, resultantes da simulação de chuva, e lâmina de água acumulada na época de colheita de soja, no experimento instalado na Estação de Pesquisa da Syngenta, Lucas do Rio Verde – MT.

O experimento foi conduzido de acordo com os procedimentos técnicos necessários a fim de mantê-lo livre da interferência de plantas daninhas, de doenças e de pragas (EMBRAPA, 2010).

Após a semeadura de cada época do experimento foram aplicados 2,0L ha⁻¹ de Dual Gold[®] (s-metolachldor), herbicida pré-emergente apresentando ótimo controle das gramíneas e de algumas dicotiledôneas. No pré-florescimento, foi realizada a primeira pulverização, com o fungicida Alto 100 na dose de 0,4 L ha⁻¹ de forma preventiva, principalmente em relação à ferrugem asiática. A partir daí, as aplicações foram de dez em dez dias, devido ao período de vazio sanitário. Os fungicidas utilizados nas aplicações foram Ópera[®] (piraclostrobina + epoxiconazole) na dose de 0,6L ha⁻¹, Fox[®] (tebuconazol) na dose de 0,4 L ha⁻¹ e Piori Xtra[®] (azoxistrobina + ciproconazole) a 0,3L ha⁻¹ + 0,6L ha⁻¹ Nimbus (óleo mineral parafínico).

As aplicações com inseticida foram feitas quando necessário, foram utilizados Engeo Pleno[®] 0,3 L ha⁻¹, Tiger[®] na dose de 0,5L ha⁻¹, Abamectin[®] na dose de 0,11 L ha⁻¹, Larvin[®] na dose de 0,3 Kg ha⁻¹, Escore[®] na dose de 0,3l L ha⁻¹, Nativo[®] na dose de 0,5 L ha⁻¹, Aureo[®] na dose de 0,375 L ha⁻¹, Ampligo[®] na dose de 0,15 L ha⁻¹, Match[®] na dose de 0,3l L ha⁻¹ e Endusulfan[®] na dose de 1,5 L ha⁻¹.

2.1 Caracteres agronômicos avaliados

Para acompanhar os experimentos foram realizadas diversas avaliações referentes aos caracteres agronômicos mais relevantes em cultivares de soja, sendo este procedimento realizado mediante observações visuais e medições rigorosas de acordo com os estádios de desenvolvimento da cultura (FEHR; CAVINESS, 1977).

2.2 Altura da planta na floração (APF)

Foi mensurada a distância em centímetros, a partir da superfície do solo até a extremidade da haste principal de cinco plantas aleatoriamente. Essa medida foi realizada no mesmo momento em que se fez a leitura de número de dias para floração (DPF).

2.3 Altura de planta na maturação (APM)

Foi mensurada a distância em centímetros, a partir da superfície do solo até a extremidade da haste principal de cinco plantas aleatoriamente quando se encontravam no estágio reprodutivo R8, em que 95% de vagens atingiram a cor de vagem madura.

2.4 Número de dias para floração (NDF)

Definido como número de dias desde a emergência até a floração, quando aproximadamente 50% das plantas da parcela útil apresentavam pelo menos uma flor aberta (R1-R2).

2.5 Número de dias para maturação (NDM)

Considerado o número de dias da emergência até a maturação, quando 95% das vagens da área útil da parcela estavam maduras (R8) e com coloração típica da cultivar.

2.6 Altura de inserção da primeira vagem (AIV)

Foi mensurada a distância em centímetros, a partir da superfície do solo até a inserção da primeira vagem na haste principal, medida em cinco plantas aleatoriamente quando as mesmas estavam no estágio R8.

2.7 Massa Total (MT) por cinco plantas

Produtividade de grãos obtida por meio da pesagem total de sementes por parcela em uma balança de precisão.

2.8 Massa de 100 grãos (MG)

Produtividade de grãos obtida por meio da pesagem de 100 grãos por parcela em uma balança de precisão.

2.9 Análise da qualidade física e química das sementes de soja

Os parâmetros utilizados para avaliar a qualidade das sementes de soja foram: características físicas (germinação e teste de tetrazólio), características químicas (teores de óleo, proteína) de acordo com as RAS - Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 1992).

2.9.1 Teste de germinação: Foi conduzido com quatro subamostras de 50 sementes para cada tratamento e repetição; foram colocadas para germinar entre três folhas de papel-toalha, umedecidas com água desmineralizada, na proporção de três vezes o peso do papel seco. Foram confeccionados rolos, levados para germinador regulado para manter temperatura constante de $25\pm 1^\circ$ C. As avaliações foram realizadas aos cinco e aos oito dias após a semeadura, computando-se a porcentagem de plântulas normais. A primeira contagem foi considerada um indicativo do vigor e a contagem final, da viabilidade das sementes.

2.9.2 Teste de Tetrazólio : Para o teste de tetrazólio, foram retiradas 100 sementes de cada cultivar, que foram acondicionadas em papel germiteste umedecido, com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o seu peso, durante dezesseis horas, à temperatura ambiente. Passado esse período, as sementes foram colocadas em copos de becker, em uma solução de concentração de 0,075% de 2,3,5- trifenil-cloreto-de-tetrazólio, e em seguida, foram colocadas no escuro, em estufa, com temperatura entre 35 e 40°C, por três horas. Após a lavagem em água corrente, as sementes foram analisadas individualmente, verificando-se a porcentagem de vigor, de viabilidade, de deterioração por umidade, de danos mecânicos e de lesões por percevejos, conforme metodologia descrita por França-Neto *et al.* (1998), em que a qualidade é posta em evidência e permite, dessa forma, uma interpretação rigorosa na caracterização dos níveis de viabilidade. A importância da causa da perda de qualidade (percevejo, deterioração por umidade e injúria mecânica) é aquilatada pelo percentual de sementes que perderam sua viabilidade (classes 6 a 8), devido a um desses danos.

2.10 Teor de óleo e Teor de Proteína por ressonância magnética nuclear (RMN)

As amostras das sementes das linhagens de soja foram realizadas na Universidade Federal de Mato Grosso- UFMT pelo método de Ressonância Nuclear Magnética (RMN).

Para a análise do teor de óleo por RNM, foi avaliada uma amostra de 100g de sementes em média, retiradas ao acaso do total de sementes produzidas em uma parcela. Os dados das amostras de cada um dos genótipos, após as análises de teor de óleo, foram arquivados em *software* e posteriormente, feita a calibração utilizando-se espectrofotômetro de reflectância no infravermelho proximal (NIR), marca Perstorp Analytical, modelo 5000.

2.11 Análise estatística

Os dados agronômicos foram analisados pelo teste F e as diferenças significativas entre os tratamentos foram comparadas estatisticamente pelo teste de Tukey, 5% de probabilidade. Para as características peso total e peso de 100 grãos, foi realizada análise de parcela subdividida no tempo, segundo o teste F e a comparação das médias dos tratamentos e épocas, utilizando o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As variáveis foram feitas por meio de análise de parcela subdividida no tempo, segundo o teste F e a comparação das médias dos tratamentos e épocas, utilizando o teste de Tukey, a 5% de probabilidade e o caráter vigor foi utilizado o teste de Duncan, a 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do aplicativo computacional em genética e estatística, Programa GENES (CRUZ,2009).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância para as sete características avaliadas encontra-se na (Tabela 4 e 5). Observou-se o efeito significativo para a fonte de variação dos genótipos para seguintes características: dias para floração (NDF) e para maturação (NDM), altura de planta na floração (APF) e na maturação (APM) e altura da inserção da primeira vagem (AIV) à significância de 5% pelo teste F. Em relação à massa total e à massa de 100 grãos, notou-se que a interação genótipos x épocas foi não significativa, ao passo que, para genótipos e épocas, notaram-se efeitos significativos.

Os coeficientes de variação experimental variaram de 2,46% para dias para maturação a 25,47% para massa total de grãos (Tabela 4 e 5), demonstrando existir baixa ou média precisão experimental na avaliação das características (PIMENTEL-GOMES, 1990).

TABELA 4. Resumo da análise de variância dos dados obtidos para as características dias para floração (DPF) e para maturação (DPM), altura de planta na floração (APF) e na maturação (APM), e altura da inserção da primeira vagem (AIV), de 15 genótipos de soja. Ano agrícola 2011/12, Lucas do Rio Verde- MT.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS				
		NDF	NDM	APF	APM	AIV
Blocos	2	1,15	0,80	0,62	236,46	6,75
Genótipos	14	47,69**	51,20**	185,42**	810,58**	11,23*
Resíduo	28	14,53	6,80	59,76	38,70	3,85
Média		38,44	105,73	40,82	82,06	11,62
C.V. (%)		9,17	2,46	18,93	7,58	16,88

**e *: significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste F.

TABELA 5. Resumo da análise de variância dos dados obtidos para as características massa total de grãos (MT) e massa de 100 grãos (MG), de 15 genótipos de soja. Ano agrícola 2011/12, Lucas do Rio Verde- MT.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS	
		PT	PG
Blocos	2	297,85	182,77
Genótipos	14	6291,71**	65,56**
Épocas	6	15367,27**	10,73**
Gen X ÉP	84	800,40NS	1,41NS
Resíduo	208	617,25	2,65
Média		97,53	15,59
C.V. (%)		25,47	10,44

** : significativo a 1%, pelo teste F.

O resumo da análise de variância para análise fisiológica, física e de teores de óleo e de proteína encontra-se no (Tabela 6). Notou-se a existência de interação genótipos x épocas significativa ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F para os caracteres germinação e viabilidade, para os caracteres vigor, danos de umidade (DU), danos mecânicos (DM), teor de óleo e teor de proteína não foi verificada interação significativa entre genótipo e época de colheita. Os coeficientes de variação oscilaram entre 4,55 a 38,87%, sendo, portanto considerados baixos ou médios (PIMENTEL-GOMES, 1990).

TABELA 6. Resumo da análise de variância dos dados obtidos para Germinação, vigor, viabilidade, danos umidade (DU), danos mecânicos (DM), teor de óleo e teor de proteína de 15 genótipos de soja. Ano agrícola 2011/12, Lucas do Rio Verde- MT.

QUADRADOS MÉDIOS								
FV	GL	Germinação	Vigor	Viabilidade	DU	DM	Teor óleo	Teor Proteína
Blocos	2	3504,15	1458,42	63,72	1606,70	19997,50	2,94	20,27
Genótipos	14	2978,10**	1678,71**	112,64**	1878,50**	3641,61**	16,80**	12,58**
Épocas	6	23082,85**	13432,70**	1093,61**	1174,55**	883,58**	5,320**	9,70*
Gen X ÉP	84	407,20**	146,19NS	50,50**	163,21NS	209,6NS	0,848NS	4,67NS
Resíduo	208	215,94	147,64	19,27	126,33	269,95	1,21	3,93
Média		66,30	76,47	96,46	82,37	42,26	21,59	38,27
C.V. (%)		22,16	15,88	4,55	13,64	38,87	5,10	5,18

**e *: significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste F.

Observando a Tabela 7, nota-se que não houve diferença significativa para o caráter dias para floração nos genótipos avaliados, em virtude da característica de juvenildade longa das cultivares, aliada ao fato de as condições fotoperiódicas da região centro-oeste do Brasil apresentarem-se mais ou menos constantes durante todo o ano, favorecendo o desenvolvimento vegetativo da soja. Esses resultados estão em concordância com os obtidos por Barros *et al.*, (2003), que observaram, ao avaliar o comportamento de cinco cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura e em número de dias para o florescimento não foram verificadas diferenças significativas.

Para característica número de dias para maturação, houve diferença significativa entre os genótipo 3 e a cultivar FTS 4188 comparada com as demais, apresentando ciclo mais tardio (Tabela 7). Segundo Marques, (2010), o número de dias para maturação é o principal indicador do ciclo da cultura, associado também a características edafoclimáticas, fotoperiódicas e à latitude em que a soja é semeada.

O número de dias para o florescimento (NDF) e maturação (NDM), em virtude da sensibilidade termofotoperiódica da cultura, é importante característica na escolha da cultivar, uma vez que, de acordo com as condições climáticas da região, torna-se possível escalonar o plantio e a colheita, de forma a reduzir os riscos de coincidirem períodos prolongados de estresse hídrico com as fases mais críticas de desenvolvimento da planta (florescimento e enchimento de grãos) e de excesso hídrico próximo à colheita (ALMEIDA, 2008).

TABELA 7. Médias número de dias para floração (NDF) e para maturação (NDM), altura de planta na floração (APF) e na maturação (APM) e altura da inserção da primeira vagem (AIV) de 15 genótipos de soja no município de Lucas do Rio Verde –MT, ano agrícola 2011/12.

Genótipos	NDF	NDM	APF	APM	AIV
1	34,67 a	104 b	40,00 a	95,67 a	10,67 a
2	34,67 a	104 b	36,33 a	57,33 a	10,67 a
3	38,00 a	116 a	45,00 a	113,67 a	15,00 a
4	35,67 a	106 b	32,00 a	88,33 a	10,33 a
5	34,33 a	106 b	31,00 a	98,67 a	10,33 a
6	38,00 a	106 b	37,00 a	99,67 a	11,10 a
7	34,67 a	100 b	28,33 a	74,00 a	9,67 a
8	41,00 a	104 b	39,67 a	81,67 a	10,33 a
9	37,33 a	102 b	40,00 a	93,33 a	12,10 a
BRS PINTADO	43,00 a	106 b	49,67 a	67,00 a	9,67 a
MSOY8866	45,33 a	104 b	54,33 a	69,67 a	11,10 a
FTS 4188	45,33 a	114 a	53,00 a	90,67 a	16,33 a
P98Y51	40,67 a	106 b	45,00 a	69,33 a	11,67 a
TMG 131 RR	40,33 a	104 b	45,67 a	70,33 a	12,33 a
MSOY 8888	33,67 a	104 b	35,33 a	61,67 a	13,33 a
Média	38,44	105,73	40,82	82,06	11,62
C.V. (%)	9,17	2,46	18,93	7,58	16,88

Médias seguidas de letras diferentes entre si apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

A altura de planta é característica fundamental na determinação da cultivar a ser introduzida em uma região. A média da altura na floração foi de 40,82 cm, e na maturação foi de 82,06 cm. Em ambas as características a altura da planta na floração e na maturação não houve diferenças significativa entre os genótipos avaliados (Tabela 7).

Sediyama *et al.* (2009) afirmam que, com método mecanizado, em solos relativamente planos e bem preparados, pode-se efetuar uma boa colheita de plantas com 50 cm a 60 cm de altura. Plantas muito acima de 100 cm tendem ao acamamento e, além de

dificultarem a eficiência das colhedoras, tendem a produzir menos e, com a disseminação de diversas doenças, principalmente fúngicas, como é o caso da ferrugem asiática, é desejável que as plantas tenham o porte reduzido. Com isso, os genótipos apresentaram alturas de plantas aceitáveis para uma boa produtividade e sem perdas na colheita mecanizada devido ao acamamento ou à baixa inserção da primeira vagem.

Para o caráter altura de inserção de primeira vagem, não se observaram diferenças significativa entre os genótipos. A média foi de 11,62 cm, sendo considerada como ideal para uma eficiente colheita mecanizada com o mínimo de perdas pela barra de corte (Tabela 7). De acordo com Marcos Filho (1986), a variedade escolhida para cultivo em uma determinada localidade deve apresentar uma altura de inserção de primeiro legume de pelo menos 10 a 12 cm para a colheita mecânica, a fim de evitar perdas devidas às vagens não colhidas.

De acordo com a Tabela 8, para as variáveis massa total e massa de 100 grãos de cinco plantas em sete épocas de colheita, não foram verificadas diferenças estatísticas. Cruz *et al.* (2009), ao avaliarem o potencial produtivo de quatro cultivares de soja em Alagoas, pelos dados de produtividade, também não verificaram grande variação entre os valores obtidos pelas diversas cultivares.

TABELA 8. Médias de massa total de grãos(g) e massa de cem grãos (g) de 15 genótipos de soja em sete épocas de colheitas início R8 (Primeira colheita), 1º R8+5DD (segunda colheita após cinco dias) , 2º R8+10DD (terceira colheita após dez dias), 3º R8+15DD (quarta colheita após quinze dias), 4º R8+20DD(quinta colheita após vinte dias), 5º R8+25DD(sexta colheita após vinte e cinco dias), 6º R8+30DD (sétima colheita após trinta dias) , no município de Lucas do Rio Verde –MT, ano agrícola 2011/12.

Épocas de colheita	Massa Total (g)	Massa cem grãos (g)
R8	78,93 a	14,85 a
1º R8+5DD	81,88 a	15,07 a
2º R8+10DD	86,26 a	15,52 a
3º R8+15DD	88,29 a	15,69 a
4º R8+20DD	114,00 a	15,92 a
5º R8+25DD	127,67 a	16,24 a
6º R8+30DD	105,65 a	15,85 a
C.V. (%):	25,47	10,44

Médias seguidas de letras iguais entre si apresentam diferença não- significativa pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Para os caracteres massa total de grãos e massa de 100 grãos de cinco plantas, foi verificada diferença estatística entre os genótipos (Tabela 9), A cultivar BRS Pintado se destacou entre os outros genótipos, já a MSOY 8866 apresentou menor rendimento em relação ao peso total. Para a massa de 100 grãos, a cultivar BRS Pintado apresentou maior massa, diferindo estatisticamente de forma significativa dos genótipos, 2, 6 e MSOY 8866 e TMG 131 RR. A média obtida para peso médio de 100 grãos foi de 15,59 (Tabela 3), valores equivalentes o de Brugnera *et al.* (2006) e inferiores aos encontrados por Rocha *et al.* (2012), que obtiveram média de 17,16 g.

TABELA 9. Médias de massa total (g) e massa de cem grãos (g) de 15 genótipos de soja em sete épocas de colheitas início R8 (Primeira colheita), 1º R8+5DD (segunda colheita após cinco dias), 2º R8+10DD (terceira colheita após dez dias), 3º R8+15DD (quarta colheita após quinze dias), 4º R8+20DD(quinta colheita após vinte dias), 5º R8+25DD(sexta colheita após vinte e cinco dias), 6º R8+30DD (sétima colheita após trinta dias) , no município de Lucas do Rio Verde –MT, ano agrícola 2011/12.

Genótipos	MassaTotal (g)	Massa cem grãos (g)
1	112,66 AB	16,42 ABC
2	90,98 AB	13,37 BC
3	104,53 AB	17,85 AB
4	91,25 AB	15,43 ABC
5	84,46 AB	14,88 ABC
6	110,92 AB	13,01 C
7	95,99 AB	15,26 ABC
8	86,85 AB	16,18 ABC
9	83,29 AB	16,90 ABC
BRS PINTADO	147,16 A	19,32 A
MSOY8866	72,81 B	13,19 C
FTS 4188	88,11 AB	15,95 ABC
P98Y51	98,60 AB	14,94 ABC
TMG 131 RR	96,95 AB	14,29 BC
MSOY 8888	98,34 AB	16,90 ABC

Médias seguidas de letras diferentes entre si na vertical apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Para o teste de germinação (Tabela 10), observou-se, de modo geral, que somente linhagem 2 não diferiu estatisticamente em relação às épocas de colheitas, conforme as colheitas vão avançando, a redução da germinação foi acentuada. A MSOY 8866 se destacou, ao comparar com os demais genótipos, apresentando o maior valor de germinação, vindo em seguida a linhagem 2. Já a linhagem 9 apresentou menor valor de germinação. Vários autores referiram-se à sanidade das sementes como um dos fatores preponderantes no

desempenho das sementes e outros, ainda, relacionaram a qualidade sanitária com as condições climáticas reinantes nas fases finais da cultura, como alta temperatura e precipitação (PEREIRA *et al.*, 2000; BRACCINI *et al.*, 2003; MARCOS FILHO, 2005; GARCIA *et al.*, 2007; ALBRECHT *et al.*, 2008).

TABELA 10. Médias da germinação de 15 genótipos de soja em sete épocas de colheitas início R8 (Primeira colheita) , 1º R8+5DD (segunda colheita após cinco dias) , 2º R8+10DD (terceira colheita após dez dias), 3º R8+15DD (quarta colheita após quinze dias), 4º R8+20DD(quinta colheita após vinte dias), 5º R8+25DD(sexta colheita após vinte e cinco dias), 6º R8+30DD (sétima colheita após trinta dias) , no município de Lucas do Rio Verde –MT, ano agrícola 2011/12.

Genótipos	GERMINAÇÃO %						
	R8	1º R8+5DD	2º R8+10DD	3º R8+15DD	4º R8+20DD	5º R8+25DD	6º R8+30DD
1	95,0aA	95,6aA	94,5aA	77,0aAB	71,0aABCD	54,8abABCD	26,0bA
2	83,5aA	81,8aA	85,3aA	90,5 aAB	88,3aAB	80,1aAB	50,7aA
3	94,5aA	92,5abA	67,3abcA	61,1 abcdAB	52,5bcdABCD	32,3cdCD	23,6dA
4	90,3abcA	96,5aA	93,8abA	82,1abcAB	63,0abcABCD	52,6bcABCD	50,6cA
5	84,3aA	79,1abA	78,8abA	59,8abcAB	42,5bcBCD	34,6cBCD	24,6cA
6	94,3 aA	93,8aA	78,1abA	77,1 abAB	60,5abABCD	39,5bcBCD	17,0cA
7	97,8aA	89,6abA	75,0abcA	48,6 bcd AB	37,1cdeD	33,0deCD	6,8eA
8	96,1aA	89,6aA	84,3aA	67,0abAB	41,1bcd	75,0abABC	35,7bA
9	78,5 aA	71,1abA	71,1abA	54,5abcAB	33,2bcdD	22,6cdD	7,0dA
BRS PINTADO	82,6aA	94,3aA	89,6aA	89,3aAB	84,1aABC	61,6abABCD	25,3bA
MSOY8866	87,1aA	95,0aA	95,1a A	94,6aA	88,8aA	86,1abA	45,5bA
FTS 4188	72,3abA	94,1aA	97,8aA	94,8aA	90,6abA	80,1abAB	52,5bA
P98Y51	89,8aA	84,3aA	88,3aA	50,8abAB	26,3bcd	40,8bcABCD	9,0cA
TMG 131 RR	96,0aA	82,8abA	79,6abcA	46,5bcdB	38,6cdCD	23,6dD	6,8dA
MSOY 8888	78,3abA	54,5abcA	84,3aA	59,3abcAB	47,3abcABCD	41,1bcABCD	23,6c A
Média	66,3						
C.V. (%):	22,16						

Médias com mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

Para a viabilidade das sementes apresentadas pelo teste de tetrazólio (Tabela 11), não foi possível verificar diferenças significativas dos caracteres estudados, com exceção das linhagens 3, 5, 6, 7, 9 e da cultivar P98Y51, que a partir da 4º R8+20DD colheita foram verificadas diferenças significativas. Esses resultados são semelhantes aos de Fonseca; Fagioli (2008), valores médios de viabilidade das sementes das metodologias tradicional e alternativa do teste de tetrazólio para sementes de soja não diferindo entre si, pelo teste de

Tukey em nível de 5% de probabilidade. Em relação aos genótipos avaliados para a viabilidade, os que se destacaram foram o genótipo 2 e a cultivar MSOY 8888.

TABELA 11. Médias da viabilidade de 15 genótipos de soja em sete épocas de colheitas início R8 (Primeira colheita) , 1° R8+5DD (segunda colheita após cinco dias) , 2° R8+10DD (terceira colheita após dez dias), 3° R8+15DD (quarta colheita após quinze dias), 4° R8+20DD(quinta colheita após vinte dias), 5° R8+25DD(sexta colheita após vinte e cinco dias), 6° R8+30DD (sétima colheita após trinta dias) , no município de Lucas do Rio Verde –MT, ano agrícola 2011/12.

Genótipos	VIABILIDADE %						
	R8	1° R8+5DD	2° R8+10DD	3° R8+15DD	4° R8+20DD	5° R8+25DD	6° R8+30DD
1	99,0aA	100,0aA	99,3aA	98,6aA	99,0aA	94,6aABC	88,3 aAB
2	100,0aA	99,6aA	99,3aA	99,3aA	100,0aA	98,0aA	96,0aA
3	99,6aA	99,0aA	99,6aA	99,0aA	96,3abA	95,6abABC	86,3b ABC
4	99,6aA	99,6aA	100,0aA	100,0aA	98,3aA	94,6a ABC	95,0aA
5	100,0aA	100,0aA	100,0aA	99,0aA	96,6aA	88,6abABC	76,6bBCD
6	100,0aA	100,0aA	99,3aA	99,6aA	98,3 aA	88,6abABC	74,3 bCD
7	100,0aA	100,0aA	99,6aA	98,0 aA	93,3abA	83,0bC	85,0bABC
8	100,0aA	99,6aA	99,3aA	99,6aA	95,6aA	95,3a ABC	94,6aA
9	98,6aA	100,0aA	99,0aA	100,0aA	96,0abA	84,0bBC	68,6cB
BRS PINTADO	99,3aA	99,3aA	99,3aA	100,0aA	99,0aA	95,0a ABC	92,0aA
MONMSOY8866	100,0aA	100,0aA	100,0aA	99,0aA	99,6aA	100,0aA	97,3aA
FTS 4188	99,3 a A	100,0aA	100,0aA	98,3aA	99,3aA	97,6aAB	94,3aA
P98Y51	99,6aA	99,6aA	99,6 aA	99,3aA	92,3aA	92,0aABC	67,6bD
TMG 131 RR	100,0aA	100,0aA	100,0aA	99,0aA	95,3aA	89,6aABC	88,0a ABC
MSOY 8888	100,0aA	100,0aA	100,0aA	99,6aA	96,6aA	99,3aA	96,6aA
Média	96,46						
C.V. (%):	4,55						

Médias com mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

Para os caracteres vigor, dano de umidade, dano mecânico, teor de óleo e teor de proteína, não foi verificada interação significativa entre o genótipo e a época de colheita. De acordo com a Tabela 12, ao comparar as épocas de colheita, somente a vigor apresentou diferenças significativas; ao última colheita resultou em valores inferiores, e a colheita R8 (primeira colheita), 1° R8+5DD (segunda colheita após cinco dias) e 2° R8+10DD (terceira colheita após dez dias) apresentaram melhores vigores. O período de permanência das sementes de soja no campo, após a maturidade fisiológica, é fator importante na deterioração ou, mesmo, na perda de vigor (BRACCINI *et al.*, 2003). Conforme destacaram Marcos-Filho e Kikuti (2006), o uso de sementes mais vigorosas assegura o estabelecimento adequado das plantas no campo.

TABELA 12 . Médias de vigor, danos de umidade (DU), danos mecânico (DM), Teor de óleo e teor de proteína de 15 genótipos de soja em sete épocas de colheitas R8 (Primeira colheita) , 1º R8+5DD (segunda colheita após cinco dias) , 2º R8+10DD (terceira colheita após dez dias), 3º R8+15DD (quarta colheita após quinze dias), 4º R8+20DD(quinta colheita após vinte dias), 5º R8+25DD (sexta colheita após vinte e cinco dias), 6º R8+30DD (sétima colheita após trinta dias) , no município de Lucas do Rio Verde –MT, ano agrícola 2011/12.

Épocas de colheita	Vigor (%)	DU (%)	DM (%)	Teor óleo(%)	Teor Proteína (%)
R8	95,22 a	74,60 a	39,82 a	21,40 a	38,06 a
1º R8+5DD	94,62 a	76,55 a	34,77 a	21,33 a	37,97 a
2º R8+10DD	86,08 a	82,06 a	42,22 a	21,27 a	37,50 a
3º R8+15DD	77,04 ab	83,31 a	45,80 a	21,58 a	38,60 a
4º R8+20DD	72,17 ab	84,82 a	40,08 a	21,48 a	38,65 a
5º R8+25DD	61,53 ab	87,51 a	45,75 a	21,90 a	38,28 a
6º R8+30DD	48,62 b	87,75 a	47,40 a	22,26 a	38,83 a
C.V. (%):	15,88	13,64	38,87	5,1	5,18

Médias seguidas de letras diferentes entre si apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Ao comparar os genótipos, somente os danos mecânicos e o teor de proteína não foi verificada diferença significativa. Peske *et al.* (2006) classificam os danos mecânicos sofridos pelas sementes, quando elas se tornam incapazes de germinar logo após sofrerem o dano mecânico. Dessa forma, o uso do tetrazólio comumente empregado na análise de sementes se tornou um teste eficaz por permitir classificar lotes de sementes de soja com diferentes graus de deterioração quanto à viabilidade e ao vigor.

Para o caractere vigor, a linhagem 2 apresentou melhor vigor comparando com os outros genótipos (Tabela 13). Em relação aos danos de umidade, a cultivar FTS 4188 se destacou, apresentando menor média; já as cultivares P98Y51 e TMG 131 RR apresentaram maiores médias de danos de umidade, respectivamente, 94,33% e 91,19%. Para Giurizatto *et al.* (2003), o retardamento de colheita aumenta a porcentagem de embebecimento de água pelas sementes e reduz a qualidade fisiológica das mesmas.

TABELA 13. Médias de vigor, danos de umidade (DU), danos mecânico (DM), teor de óleo e teor de proteína de 15 genótipos de soja em sete épocas de colheitas, R8 (Primeira colheita) , 1º R8+5DD (segunda colheita após cinco dias) , 2º R8+10DD (terceira colheita após dez dias), 3º R8+15DD (quarta colheita após quinze dias), 4º R8+20DD(quinta colheita após vinte dias), 5º R8+25DD(sexta colheita após vinte e cinco dias), 6º R8+30DD (sétima colheita após trinta dias) , no município de Lucas do Rio Verde – MT, ano agrícola 2011/12.

Genótipos	Vigor (%)	DU (%)	DM (%)	Teor óleo (%)	Teor Proteína (%)
1	82,95 ABC	79,38 AB	51,90 A	22,03 AB	37,29 A
2	89,33 A	77,61 AB	30,38 A	20,86 AB	37,16 A
3	75,33 ABC	88,80 AB	58,09 A	22,05 AB	38,39 A
4	85,47 ABC	89,90 AB	65,90 A	20,29 B	39,55 A
5	71,85 ABC	74,71 AB	36,19 A	22,29 AB	37,45 A
6	75,42 ABC	88,14 AB	44,47 A	22,68 AB	37,37 A
7	64,47 BC	84,38 AB	59,42 A	23,51 A	38,39 A
8	76,52 ABC	84,42 AB	47,66 A	21,44 AB	38,94 A
9	65,85 ABC	88,95 AB	50,66 A	21,80 AB	39,42 A
BRS PINTADO	77,00 ABC	84,19 AB	29,42 A	20,47 AB	39,04 A
MSOY8866	84,95 ABC	83,09 AB	29,57 A	20,40 B	37,91 A
FTS 4188	88,33 AB	59,90 B	28,66 A	21,13 AB	38,69 A
P98Y51	62,42 C	94,33 A	46,14 A	22,04 AB	38,51 A
TMG 131 RR	65,71 ABC	91,19 A	27,52 A	21,49 AB	38,17 A
MSOY 8888	81,42 ABC	67,57 AB	27,95 A	21,36 AB	37,74 A

Médias seguidas de letras diferentes entre si apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey e Ducan à 5% de probabilidade.

Para o caráter teor de óleo, ao comparar todos os genótipos , a linhagem 7 merece destaque, devido ao seu elevado teor de óleo, sendo estatisticamente superior aos demais genótipos e apresentando média de 23,51%, enquanto a linhagem 4 e a MSOY8866 obtiveram os menores médias para essa característica (Tabela 13).

O elevado teor de proteína e de óleo nos grãos de soja tem sido de grande importância para diversos programas de melhoramento que visam ao desenvolvimento de cultivares voltadas ao mercado de soja para consumo humano. O teor médio de proteína nos grãos de soja varia entre 33 a 49% e o teor médio de óleo nos grãos de soja varia de 14 a 24% (HYMOWITZ *et al.*,1972).

4 CONCLUSÕES

- Todos os genótipos e a cultivares apresentaram características agronômicas similares.
- A cultivar BRS Pintado destaca-se quanto à massa total de grãos e massa de 100 grãos sendo considerado tolerante ao excesso hídrico.
- A linhagem 2 destaca-se quanto à qualidade das sementes, apresentando germinação e vigor superiores.
- Conforme o retardamento de colheita após a maturação plena, a qualidade fisiológica das sementes diminui com a associação entre chuva e a deterioração de grãos aumentam linearmente para todas as cultivares.

REFERÊNCIAS

- ALBRECHT, L.P.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; AGUIAR, C.G.; ÁVILA, M.R.; STÜLP, M. Qualidade fisiológica e sanitária das sementes sob semeadura antecipada da soja. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.4, p.445-454, 2008.
- ALMEIDA, R.D. **Divergência genética entre cultivares de soja e correlações entre suas características, sob condições de várzea irrigada, no sul do estado do Tocantins**. 2008. 59f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)- Universidade Federal de Tocantins, Gurupi, 2008.
- ANDRADE, P. J; FERRONATO, A.; CAMPELO JUNIOR, J. H.; CANEPPELE, M. A. B. Qualidade física dos grãos de soja, cultivar TMG 115RR, submetidos á simulação de chuva durante o retardamento de colheita. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 11, n. 4, p.281-292, 2010.
- AVILA, M.R.; BRACCINI, A SCAPIM, C.A.; MANDARINO, J.M.G.; ALBRECHT, L.P.; VIDIGAL FILHO, P.S. Componentes do rendimento, teores de isoflavonas, proteínas, óleo e qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 111-127, 2007.
- BARROS, H. B.; PELUZIO, J. M.; SANTOS, M. M.; BRITO, E. L.; ALMEIDA, R. D. Efeitos das épocas de semeadura no comportamento de cultivares de soja, no sul do Estado do Tocantins. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 50, n. 291, p. 565- 572, 2003.
- BRACCINI, A. L.; MOTTA, I. S.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, M. C. L.; ÁVILA, M. R.; SCHUAB, S. R. P. Semeadura da soja no período de safrinha: potencial fisiológico e sanidade das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 76-86, 2003.
- BRACCINI, A.L.; ALBRECHT, L.P.; ÁVILA, M.R.; SCAPIM, C.A.; BIO, F.E.I.; SCHUAB, S.R.P. Qualidade fisiológica e sanitária das sementes de quinze cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) colhidas na época normal e após o retardamento da colheita. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.25, n.2, p.449-457, 2003.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: DNDV/SNAD/CLAV, 1992. 365p.
- BRUGNERA, A.; LOPES, P. V. L.; PORAZZI, L. A.; OLIVEIRA E. R. **Competição de cultivares de soja avaliados em diferentes regiões do cerrado**. Luis Eduardo Magalhães, BA: Fundação Bahia. 2006. (Comunicado Técnico, Safra 2005/ 2006.).
- CARVALHO, E. R.; REZENDE, P.M. ; OGOSHI, F. G. A.; BOTREL, E. 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. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.34, n.4, p. 892-899, 2010.
- CORNELIUS, B. et al. Yield potential and waterlogging tolerance of selected near-isogenic lines and recombinant inbred lines from two southern soybean populations. **Journal of Crop Improvement**, [S.l.], v. 16 , n.1/2, p.97-111, 2006.

- CORNELIUS, B. et al. Identification of QTLs underlying water-logging tolerance in soybean. **Molecular Breeding**, Dordrecht, v.16, p. 103 -112, 2005.
- COSTA, N. P. da.; MESQUITA, C. de M.; MAURINA, A. C.; NETO, J. B. F, KRZYZANOWSKI, F. C.; OLIVEIRA, M. C. N. e HENNING, A. A. Perfil dos aspectos físicos, fisiológicos e químicos de sementes de soja produzidas em seis regiões do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 27, n. 2, p.01-06, 2005.
- COSTA, N. P. et al. Qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja produzidas no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 128-132, 2003.
- CRUZ. C.D. **Programa GENES- aplicativo computacional em genética e estatística**, Viçosa, MG: UFV, 2009.
- CRUZ, S. J. S.; OLIVEIRA, S. S. C. de; CRUZ, S. C. S.; MADALENA, J.A. S. ; CUNHA, J. L. X. L. Desempenho de três variedades de soja na região dos tabuleiros costeiros no estado Alagoas. **Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 2, p.195-199, 2009.
- EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil 2011**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2010. 255p. (Sistemas de Produção/Embrapa Soja, n.14).
- EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja – Região Central do Brasil 2004**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 237p.
- FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 1998. 72f. (Documentos, 116).
- FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. **Sementes Enrugadas: novo problema na soja**. Londrina: Embrapa/Cnpso. 4p. 1990. (comunicado Técnico).
- FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development, Special Report 80**. Cooperative Extension Service, Iowa State University, Ames, Iowa, 1977. 11p.
- FONSECA, N. R.; FAGIOLI, M. Comparação da precisão dos resultados do teste de tetrazólio usando a metodologia alternativa e a tradicional em sementes de soja. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 24, n. 2, p. 47-55, 2008.
- GARCIA, A.; PÍPOLO, A.E.; LOPES, I.O.N.; PORTUGAL, F.A.F. **Instalação da lavoura de soja: época, cultivares, espaçamento e população de plantas**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 11p. (Circular Técnica, 51).
- GIURIZATTO, M. I. K. et al. Efeito da época de colheita e da espessura do tegumento sobre a viabilidade e o vigor de sementes de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 4, p.771-779, 2003.
- GREEN, D.E.W; PINNELL, EL.; CAVANAH, L.E. & WILLIAMS, L.F. Effect of planting date and maturity date on soybean seed quality. **Agronomy Journal**, Madison, v.57, p. 165-168. 1965.

HEIFFIG, L.S.; CÂMARA, G.M. de S. **Soja: colheita e perdas**. Piracicaba: ESALQ – Divisão de Biblioteca e Documentação, 2006. 37p. (Série: Produtor Rural).

HENSHAW, T.L. et al. Soya bean (*Glycine max* L. Merr.) genotype response to earlyseason flooding: I. root and nodule development. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Lexington, v. 193, n. 3, p. 177-188. 2007.

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

MARCOS-FILHO, J.; KIKUTI, A.L.P. Vigor de sementes de rabanete e desempenho de plantas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.28, n.3, p.44-51, 2006.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

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

MARQUES, M.C. **Adaptabilidade, estabilidade e diversidade genética de cultivares de soja em três épocas de semeadura, em Uberlândia-MG**. 2010. 81f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

MOTTA, I. de S.; BRACCINI, A. de L.E.; SCAPIM, C.A.; INOUE, M.H.; ÁVILA, M.R.; BRACCINI, M. do L. Época de semeadura em cinco cultivares de soja. I. Efeito nas características agrônômicas. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.24, p.1275-1280, 2002.

MOTTA, I. de M.; BRACCINI, A. de L.E.; SCAPIM, C.A.; GONÇALVES, A.C.A.; BRACCINI, M. do L. Características agrônômicas e componentes da produção de sementes de soja em diferentes épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, p.153- 162, 2000.

NAVARRO JÚNIOR, M. N.; COSTA, J.A. Contribuição relativa dos componentes do rendimento para produção de grãos em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, p.269-274, 2002.

PANIZZI, R. R. et al. Efeito de danos de *Piezodorus guildinni* (Westwood, 1837) no rendimento e qualidade da soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1., Londrina, 1978. **Anais...** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1979. v. 2 p .59-78.

PEREIRA, E. B. C.; PEREIRA, A. V.; FRAGA, A. C. Qualidade de sementes de cultivares precoces de soja produzidas em três épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.8, p.47-55, 2000.

PESKE, S.T.; LUCCA FILHO, O.A.; BARROS, A.C.S.A. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 2 ed., Pelotas: Ed. Universitaria/UFPel, 2006. 470p.

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

REYNA, N. et al. Evaluation of a QTL for waterlogging tolerance in southern soybean germplasm. **Crop Science**, Madison, v. 43, p. 2077-2082. 2003.

RESENDE, P.M.; CARVALHO, E.A. Avaliação de cultivares de soja (*Glycine max* Merrill) para o Sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG , v. 31, n. 6, p. 1616-1623, nov./dez., 2007.

ROCHA, R. S.; SILVA, J. A. L.; NEVES, J. A. SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R.C. Desempenho agrônômico de variedades e linhagens de soja em. **Ciencia Agronomica**, Fortaleza, v. 43, n. 1, p.154-162, 2012.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C. de; BARROS, H. B. Princípios de tecnologia de Alimentos: Métodos de conservação de Alimentos. In: SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenias, 2009. Cap. 8, p. 77-92.

SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M. G.; SEDIYAMA, C. S.; GOMES, J. L. L. **Cultura da soja: I parte**. Viçosa: UFV, 1993. 96p.

VANTOAI, T.T. et al. Identification of a QTL associated with tolerance of soybean to soil waterlogging. **Crop Science**, Madison, v.41, p. 1247-1252, 2001.

VANTOAI, T.T. et al. Genetic variability for flooding tolerance in soybeans. **Crop Science**, Madison, v.34, p. 1112-1115, 1994.

VIEIRA, L. R. D.; SEDIYAMA, T.; SILVA, R.F.; SEDIYAMA, C.S.; THIEBANT, J.T.L.; XIMENES, P.A. Estudo da qualidade fisiológica de semente de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivar UFV-1 em quinze épocas de colheita. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2. Brasília, 1981. **Anais...**, Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1982. v.1, p.633-644.

VIEIRA, R. D.; SEDIYAMA, T.; SILVA, R. F.; SEDIYAMA, C. S.; THIEBAUT, J. T. L. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de quatorze cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Ceres**, Viçosa, v.30, p.408-418, 1983.

Anexos

TABELA 14 . Médias de produtividade (kg. ha⁻¹), no município de Porto Alegre do Norte – MT, anos agrícolas 2008/09, 2009/10 e 2010/11.

Genótipos	Anos Agrícolas		
	2008/2009	2009/2010	2010/2011
UFU-1	4050,47 a	4731,85 a	5244,70 a
UFU-2	4038,74 a	4782,31 a	4233,46 a
UFU-3	3139,57 a	4121,11 a	4450,68 a
UFU-4	2993,10 a	3569,72 a	5106,77 a
UFU-5	2682,28 a	3573,26 a	4939,88 a
UFU-6	3195,17 a	4740,73 a	4358,25 a
UFU-7	3139,55 a	3683,81 a	3981,02 a
UFU-8	2927,81 a	5404,79 a	3681,39 a
UFU-9	3411,76 a	5583,08 a	4130,91 a
UFU-10	3752,26 a	5042,97 a	4235,35 a
UFU-11	3370,32 a	4755,29 a	4005,58 a
UFU-12	4120,96 a	4640,28 a	4648,81 a
UFU-13	3397,53 a	4464,12 a	4926,61 a
UFU-14	3848,87 a	5065,41 a	4741,22 a
UFU-15	2948,12 a	4782,38 a	4580,13 a
UFU-16	2955,01 b	7770,39 a	4628,14 b
UFU-17	3303,56 a	3479,89 a	5649,00 a
UFU-18	2925,46 a	4157,44 a	2934,85 a
UFU-19	3500,16 b	4705,46 ab	4102,81 a
UFU-20	3265,47 a	4999,97 a	4629,98 a
UFU-21	2923,07 b	3681,38 ab	6042,10 a
UFU-22	3206,65 a	3654,92 a	5246,11 a
UFU-23	3715,23 a	3697,26 a	4579,99 a
UFU-24	4250,90 a	3351,97 a	4745,16 a
UFU-25	3867,47 a	4483,76 a	4586,31 a
UFUS GARANTIA	3407,06 a	5343,71 a	3796,13 a
UFUS IMPACTA	3076,68 a	4743,98 a	5394,02 a
UFUS XAVANTE	3024,59 b	6485,56 a	3943,46 ab
MSOY 8914	2803,55 a	4450,65 a	4283,66 a

Médias seguidas de letras diferentes entre si apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.