



**Universidade Federal do Tocantins
Câmpus de Gurupi
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal**

DOUGLAS JOSÉ DARONCH

**EFICIÊNCIA AMBIENTAL, DIVERGÊNCIA GENÉTICA E COMPOSIÇÃO QUÍMICA
DE GRÃOS DE SOJA NO ESTADO DO TOCANTINS**

**GURUPI - TO
2015**



**Universidade Federal do Tocantins
Câmpus de Gurupi
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal**

DOUGLAS JOSÉ DARONCH

**EFICIÊNCIA AMBIENTAL, DIVERGÊNCIA GENÉTICA E COMPOSIÇÃO QUÍMICA
DE GRÃOS DE SOJA NO ESTADO DO TOCANTINS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal do Tocantins como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Joênes Mucci Peluzio

Co-orientador: Prof. Dr. Flávio Sérgio Afférri

**GURUPI - TO
2015**

**DEVE SER IMPRESSA NA FOLHA
DA CONTRA CAPA**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca da Universidade Federal do Tocantins
Campus Universitário de Gurupi**

Daronch, Douglas José.

Eficiência ambiental, divergência genética e composição química de grãos de soja no Estado do Tocantins. Douglas José Daronch - 2015. 66.

Tese de Doutorado – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, 2015.

Linha de pesquisa: Melhoramento Genético.

Orientador: Prof. Dr. Joênes Mucci Peluzio.

1. Épocas de plantio. 2. Dissimilaridade genética. 3. Composição química de grãos. I. Peluzio, Joênes Mucci. II. Universidade Federal do Tocantins. III. Título.

CDD xxxx

Bibliotecária: xxxxxxxxxxxx

CRB-2 / 1309

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizada desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.



UNIVERSIDADE FEDERAL
DO TOCANTINS

Universidade Federal do Tocantins
Câmpus de Gurupi

Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal

Defesa nº 6/2015

**ATA DA DEFESA PÚBLICA DATESE DE DOUTORADO DE DOUGLAS JOSÉ DARONCH,
DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS**

Aos 07 dias do mês de abril do ano de 2015, às 14:00 horas, na Sala 15 do Bloco II, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Orientador Dr. Joênes Mucci Peluzio do Câmpus Universitário de Palmas/ Universidade Federal do Tocantins, Prof. Dr. Flávio Sérgio Afférrri da Universidade Federal de São Carlos, Prof. Dr. Rodrigo Ribeiro Fidelis, da Universidade Federal do Tocantins do Câmpus Universitário de Gurupi, Prof. Dr. Clóvis Maurílio de Souza, da Universidade Federal do Tocantins, Câmpus Universitário de Gurupi, Prof. Dr. Tarcísio Castro Alves de Barros Leal da Universidade Federal do Tocantins do Câmpus Universitário de Gurupi, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da Tese de Doutorado de Douglas José Daronch, intitulada " Eficiência ambiental, divergência genética e composição química de grãos de soja no Estado do Tocantins.". Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo parecer favorável à aprovação, habilitando-o ao título de Doutor em Produção Vegetal.

Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.


Dr. Flávio Sérgio Afférrri
Primeiro examinador


Dr. Rodrigo Ribeiro Fidelis
Segundo examinador


Dr. Clóvis Maurílio de Sousa
Terceiro examinador


Dr. Tarcísio Castro Alves de Barros Leal
Quarto examinador


Dr. Joênes Mucci Peluzio
Orientador e presidente da banca examinadora


Dr. Rodrigo Ribeiro Fidelis
Coordenador do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal

AGRADECIMENTOS

A Deus, que esteve comigo em todos os momentos, me iluminando e conduzindo meus passos;

A meus pais, **José Agostinho Daronch e Mirtes Variza Daronch** que sempre me incentivaram, moralmente e economicamente;

A minha esposa, **Rosana Augusta**, que sempre acreditou em mim e se privou de diversas coisas para que pudéssemos alcançar esta vitória;

A meu amigo e orientador, **Dr. Joênes Mucci Peluzio**, que teve muita paciência nesse processo de aprendizagem;

A **Universidade Federal do Tocantins**, que me proporcionou tal vitória;

A todos os **professores e servidores** da instituição, pois todos deram o melhor de si para que pudesse superar mais esta etapa da vida.

RESUMO

A soja, uma das principais *commodities* do Brasil, tem o óleo e o farelo como matéria prima para a produção de alimentos e ração animal. Entretanto, são escassas as informações sobre os teores de óleo e proteína de grãos de cultivares nas diferentes épocas de plantio, sob condições de baixa latitude. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência ambiental e a divergência genética de dezessete genótipos de soja, sendo dez cultivares comerciais e sete linhagens oriundas do Programa de Melhoramento Genético da UFT, em ensaios conduzidos no período de safra e entressafra, no ano agrícola 2013/14, em Palmas e Gurupi-TO. O delineamento experimental utilizado em cada ensaio foi de blocos casualizados, com dezessete tratamentos e três repetições. As características estudadas foram: florescimento, maturação, altura de planta, altura da inserção da primeira vagem, número de grãos por vagem, número de vagens por planta, massa de cem sementes, produtividade de grãos, teor de óleo e proteína, eficiência ambiental e divergência genética. A eficiência ambiental foi avaliada através da metodologia adaptada de Fischer (1983) e a divergência genética, por meio de procedimentos multivariados: distância generalizada de Mahalanobis e método de agrupamento e otimização de Tocher. As hibridações 5X6-3 e TMG 1180, 4X5-2 e TMG 1180; 5X6-1 e TMG 1180 são promissoras para obtenção de populações segregantes para produção de grãos. As características número de dias para o florescimento (49,%) e número de vagens por planta (26,6%) foram as que mais contribuíram para a dissimilaridade genética. Para a característica teor de óleo na safra, a maior eficiência foi alcançada pelo genótipo P98Y70, para entressafra o maior valor foi obtido por CD 2737 RR. Para a característica teor de proteína a maior eficiência no período de safra foi obtida pelo genótipo M 9144 RR, para entressafra foi M 8766RR.

Palavras-chave: Épocas de plantio, dissimilaridade genética e composição química de grãos.

Abstract

Soy, one of the main commodities in Brazil, has oil and bran as raw material for the production of food and animal feed, respectively. However, information on the oil content and protein cultivars grains are scarce, in different planting dates under conditions of low latitude. Thus, this study aimed to evaluate the environmental efficiency and the genetic divergence of seventeen soybean genotypes, ten cultivars and seven lines in trials conducted during the crop season and off season in the agricultural year 2013/14, Palmas and Gurupi -TO. The experimental design used in each trial was a randomized block, with seventeen treatments and three replications. The characteristics studied were flowering, maturity, plant height, pod height, number of seeds per pod, number of pods per plant, weight of hundred seeds, grain yield, oil content, protein, environmental efficiency and the genetic divergence. Environmental efficiency was evaluated using the methodology adapted from Fischer (1983) and the genetic divergence through multivariate procedures: generalized Mahalanobis and grouping method and Tocher. The 5X6-3 hybridizations and TMG 1180, 4X5-2 and TMG 1180; 5X6-1 and TMG 1180 are promising for obtaining segregating populations for grain production. Features number of days to flowering (49%) and number of pods per plant (26.6%) were the ones that contributed most to the genetic dissimilarity. For the characteristic oil content in the harvest, the highest efficiency was achieved by P98Y70 genotype for off season the highest value was obtained by CD 2737 RR. For the characteristic protein content greater efficiency in the harvest period was obtained by the M 9144 RR genotype for off season was M 8766RR.

Keywords: Seasons planting, genetic dissimilarity and chemical composition of grains.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	1
RESUMO.....	2
ABSTRACT.....	3
SUMÁRIO.....	5
LISTA DE TABELAS.....	6
LISTA DE FIGURAS.....	8
INTRODUÇÃO GERAL.....	9
CAPÍTULO 1: Eficiência ambiental e divergência genética de genótipos de soja na Região Central do Estado do Tocantins.	
RESUMO.....	14
ABSTRACT.....	15
INTRODUÇÃO.....	16
MATERIAL E MÉTODOS.....	17
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38
CAPÍTULO 2: Eficiência ambiental e teor de óleo e proteína em genótipos de soja, na safra e entressafra, na região centro sul do estado do Tocantins.	
RESUMO.....	43
ABSTRACT.....	44
INTRODUÇÃO.....	45
MATERIAL E MÉTODOS.....	46
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49
CONCLUSÃO.....	59

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
---------------------------------	----

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1: Eficiência ambiental e divergência genética de genótipos de soja na Região Central do Estado do Tocantins.

TABELA1: Resumo da análise de variância conjunta de oito características agrônômicas, em 17 genótipos de soja, na safra 2012/13.....	22
--	----

TABELA 2: Médias do número de dias para o florescimento e maturação de 17 genótipos de soja, semeados em duas épocas, em Palmas-TO na safra 2013/14.....	24
--	----

TABELA 3: Médias de altura de plantas e altura de inserção de primeira vagem de 17 genótipos de soja, semeados em duas épocas, em Palmas-TO na safra 2013/14.....	26
---	----

TABELA 4: Médias de número de sementes por vagem e número de vagens por planta de 17 genótipos de soja, semeados em duas épocas, em Palmas-TO na safra 2013/14.....	28
---	----

TABELA 5: Médias de massa de cem sementes, produtividade e eficiência ambiental (EUP) de 17 genótipos de soja, semeados em duas épocas, em Palmas-TO na safra 2013/14.....	31
--	----

TABELA 6: Resumo da análise de variância da eficiência do uso dos ambientes, segundo metodologia adaptada de Fischer et al. (1983), para produção de grãos, de 17 cultivares de soja, na safra 2013/14.....	33
---	----

TABELA 7: Dissimilaridade entre genótipos de soja em relação a oito características, com base na distância generalizada de Mahalanobis (D^2_{ij}).....	35
--	----

TABELA 8: Agrupamento pelo método de Tocher, com base na distância generalizada de Mahalanobis de 17 cultivares de soja, safra 2013/2014.....	36
---	----

TABELA 9: Contribuição relativa dos caracteres para a dissimilaridade genética de 17 genótipos de soja, pelo método proposto por SINGH (1981), na safra 2013/14.....	37
--	----

CAPÍTULO 2: Eficiência ambiental e teor de óleo e proteína em genótipos de soja, na safra e entressafra, na região centro sul do estado do Tocantins.

TABELA 1: Resumo da análise de variância conjunta de duas características agronômicas avaliadas em 17 genótipos de soja, na safra 2013/14, na região centro-sul do estado do Tocantins.....	50
TABELA 2: Teor de óleo em porcentagem, nas sementes de dezessete genótipos de soja, produzidas em quatro épocas de semeadura, na safra 2013/14, em Palmas e Gurupi-TO.....	52
TABELA 3: Teor de proteína, em porcentagem, nas sementes de dezessete genótipos de soja, produzidas em quatro épocas de semeadura, na safra 2013/14, em Palmas e Gurupi-TO.....	54
TABELA 4: Resumo da análise de variância da eficiência (EUP) de duas características agronômicas avaliadas em 17 genótipos de soja, na safra 2013/14, na região centro-sul do estado do Tocantins.....	57
TABELA 5: Índice de eficiência (EUP), segundo metodologia adaptada de Fischer et al. (1983), de 17 genótipos de soja, para teor de óleo e proteína, semeados em quatro épocas, na safra 2013/14.....	58

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1: Eficiência ambiental e divergência genética de genótipos de soja na Região Central do Estado do Tocantins.

FIGURA 1: Médias de temperatura e precipitação no período de dezembro de 2013 a maio de 2014, em Palmas-TO.....30

CAPÍTULO 2: Eficiência ambiental e teor de óleo e proteína em genótipos de soja, na safra e entressafra, na região centro sul do estado do Tocantins.

FUGURA 1: Médias de temperatura e precipitação no período de dezembro de 2013 a maio de 2014, em Palmas-TO.....51

FIGURA 2: Médias de temperatura e precipitação no período de junho de 2014 a outubro de 2014, em Gurupi-TO.....51

INTRODUÇÃO

A soja é considerada, mundialmente, a principal fonte de produção de óleos e proteínas vegetais para alimentação humana e animal (MANARA, 1988); e constitui, um dos produtos de maior importância na economia brasileira, ocupando lugar de destaque na oferta de óleo para consumo interno, no arraçamento animal como principal fonte protéica, bem como, na pauta de exportação do país (SEDIYAMA et al. 1993). Também, no período entre 2000 e 2005, as exportações do complexo soja cresceram 80% (MORAES, 2006). Dada a sua importância, há intensa atividade de pesquisa dirigida à obtenção de informações para a cultura da soja que possibilitem aumentos na produtividade e redução nos custos de produção (EMBRAPA, 2003).

Grande parte destes aumentos se tem conseguido devido a intensos trabalhos realizados por diferentes programas de melhoramento, no entanto, os mesmos não têm dado a devida importância para cultivares destinados a região Norte do país e diante do exposto, ocorre a notória demanda por pesquisa e conseqüentemente por materiais que atendam a essa região, em especial o estado do Tocantins.

Em um programa de melhoramento é desejável que se conheça a herança das características envolvidas e a base genética dos genitores, que podem ser elucidadas em estudos de divergência genética (CEOLIN et al., 2007; ALBRECHT et al., 2008; BARROS et al., 2010). Neste sentido, o estudo da divergência genética entre indivíduos ou populações poderá orientar cruzamentos que resultem em combinações híbridas de maior heterozigose, de modo que nas gerações segregantes haja maior possibilidade de obtenção de genótipos superiores.

No estudo da diversidade genética de uma população ou indivíduos, são utilizados caracteres agronômicos, morfológicos e moleculares, os quais, por sua vez, são submetidos às técnicas biométricas multivariadas, permitindo unificar múltiplas informações de um conjunto de caracteres e resultando em maior oportunidade na escolha de genitores divergentes em programas de melhoramento (CRUZ; REGAZZI, 2004; ASMUS, 2008; ALCÂNTARA NETO et al. 2010). Entre as técnicas estatísticas multivariadas, encontram-se o método aglomerativo de Tocher e o do vizinho mais próximo, sendo que ambos os métodos se baseiam na distância generalizada de Mahalanobis ao quadrado (D^2).

O primeiro método tem como princípio, que a distância intergrupos seja maior do que a intragrupo; no segundo, os genótipos são agrupados de acordo com as menores D^2 , gerando um dendograma, em que os grupos são formados a partir da delimitação de uma linha de corte, que é feita de maneira subjetiva (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004).

Outro fator importante na busca de uma máxima eficiência produtiva dos materiais, tendo em vista que a expressão do fenótipo vem da interação do genótipo com o ambiente, está na escolha da época de semeadura, a mesma age como fator cultural que, isoladamente, mais promove o desenvolvimento das plantas e a produção da lavoura (MARCOS FILHO, 1986; COSTA et al., 1995, EMBRAPA, 2005).

A instalação da cultura da soja em determinada época pode expor as plantas a estresse ambiental no campo, em uma fase específica do ciclo, ou até mesmo durante vários estádios vegetativos e/ou reprodutivos, modificando sua composição química. Segundo RAO et al. (1993), as quantidades de óleo e proteínas também podem ser influenciadas pelo ambiente no qual o vegetal é cultivado. Tanto Rangel

et al. (2004) como Pípolo (2002) concordam que, a princípio, os teores de óleo e proteína dos grãos de soja são governados geneticamente, porém fortemente influenciados pelo ambiente, principalmente durante o período de enchimento dos grãos. O conteúdo de proteína nos grãos é quatro vezes mais dependente das condições ambientais do que da variedade (BENZAIN e LANE, 1986).

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a eficiência ambiental e divergência genética de dezessete genótipos de soja, cultivados em período de safra e entressafra, no ano agrícola 2013/14, na região centro-sul do Estado do Tocantins.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L.; RIZZATTI, M. A.; SUZUKI, L. S.; SCAPIM, C. A.; BARBOSA, M. C. Teores de óleo, proteínas e produtividade de soja em função da antecipação da semeadura na região oeste do Paraná. *Revista Bragantia*, v. 67, n. 4, p. 865-873, 2008.

ALCÂNTARA NETO, F.; GRAVINA, G. A.; SOUZA, N. O. S.; BEZERRA, A. A. C. Adubação fosfatada na cultura da soja na microrregião do Alto Médio Gurgueia. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 2, p. 266-271, 2010.

ASMUS, G. L. Reação de genótipos de soja ao nematóide reniforme. *Tropical Plant Pathology*, v. 33, n. 1, p. 69-71, 2008.

BARROS, H. B.; SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. D. E. 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*, v. 57, n. 3, p. 359-366, 2010.

BENZAIN, B.; LANE, P.W. Protein concentration of grains in relation to some weather and soil factors during 17 years of English winter-wheat experiments. *Journal of Science of Food and Agriculture*, v. 37, p. 435-444, 1986.

COSTA, N.P.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A.; KRZYZANOWSKI, F.C.; CABRAL, N.T.; MENDES, M.C. Efeito da época de semeadura sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja no Estado do Mato Grosso. *Revista Brasileira de Sementes*, v.17, n.1, p.107-112, 1995.

CEOLIN, A. C. G.; VIDIGAL, M. C. G.; VIDIGAL FILHO, P. S.; KVITSCHAL, M. V.; GONELA, A.; SCAPIM, C. A. Genetic divergence of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) group carioca using morpho-agronomic traits by multivariate analyses. *Hereditas*, v. 144, n. 1, p. 1-9, 2007.

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

EMBRAPA. *Tecnologias de produção de soja – Paraná – 2006*. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 208p. (Sistemas de Produção, 8).

EMBRAPA. *Tecnologias de produção de soja – Paraná – 2003/04*. Londrina: Embrapa Soja, 2003. 218p. (Sistemas de Produção, 3)

MANARA, N.T.F. Origem e expansão. IN: SANTOS, O.S. (Coord.) A cultura da soja 1 – Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. *Globo*, 1988. p. 13-23.

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

MORAES, M.V.P. *Visão global do Mercado da soja: oportunidades e ameaças para o Brasil*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 4., 2006, Londrina. Anais... Londrina: Embrapa Soja, 2006. p.15-19.

PÍPOLO, A.E. *Influência da temperatura sobre as concentrações de proteína e óleo em sementes de soja (Glycine max (L.) Merrill)*. 128p. 2002. (Tese) Doutorado - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

RANGEL, M.A.S.; CAVALHEIRO, L.R.; CAVICHIOLLI, D.; CARDOSO, P.C. *Efeito do genótipo e do ambiente sobre os teores de óleo e proteína nos grãos de soja, em quatro ambientes da Região Sul de Mato Grosso do Sul, safra 2002/2003*. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 17).

RAO, A.C.S.; SMITH, J.L.; V.K.; JANDHYALA, R.I.; PARR, J.F. Cultivar and climatic effects on the protein content of soft white winter wheat. *Agronomy Journal*, v.85, p.1023-1028, 1993.

SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M.G.; SEDIYAMA, C.S.; GOMES, J.L.L. *Cultura da Soja, Parte I*. Viçosa, UFV, 1993. 97p.

CAPÍTULO I

Eficiência ambiental e divergência genética de genótipos de soja na Região

Central do Estado do Tocantins.

**Eficiência ambiental e divergência genética de genótipos de soja na Região
Central do Estado do Tocantins.**

Environmental efficiency and genetic diversity of soybean genotypes in Central
Region the State of Tocantins.

Resumo- Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a eficiência ambiental e a divergência genética de genótipos de soja, sendo dez cultivares e sete linhagens, em ensaios de soja conduzidos no ano agrícola 2013/14 em Palmas-TO. O delineamento experimental utilizado em cada ensaio foi de blocos casualizados, com dezessete tratamentos e três repetições. As características estudadas foram: florescimento, maturação, altura de planta, altura de vagens, número de grãos por vagem, número de vagens por planta, massa de cem sementes e produtividade de grãos. A eficiência ambiental foi avaliada para a produtividade de grãos, através da metodologia adaptada de Fischer (1983) e a divergência genética, para todas as características, por meio de procedimentos multivariados: distância generalizada de Mahalanobis e método de agrupamento e otimização de Tocher. Os genótipos CD 2792RR; STS 820, 5x6-1; 5x6-3 e 4x6-12 são os mais indicados para a produção de grãos. O índice de eficiência ambiental foi eficaz à medida que demonstrou quais genótipos sofreram as menores variações face a adversidade ambiental encontrada. As hibridações 5X6-3 e TMG 1180, 4X5-2 e TMG 1180; 5X6-1 e TMG 1180 foram promissoras para obtenção de populações segregantes para produção de grãos. As características número de dias para o florescimento (49,%) e número de vagens por planta (26,6%) foram as que mais contribuíram para a dissimilaridade genética.

Palavras-chave: *Glycine max*, Dissimilaridade genética, populações.

Abstract- The aim up to the present work was to evaluate the environmental efficiency and the genetic diversity of soybean genotypes, ten cultivars and seven lines in soybean trials conducted in the agricultural year 2013/14 in Palmas-TO. The experimental design used in each trial was a randomized block, with seventeen treatments and three replications. The characteristics studied were flowering, maturity, plant height, pod height, number of seeds per pod, number of pods per plant, one hundred seed weight and grain yield. Environmental efficiency was evaluated for grain yield, through suitable methodology Fischer (1983) and the genetic divergence for all traits, through multivariate procedures: generalized Mahalanobis and grouping method and Tocher. The CD 2792RR genotypes; STS 820, 5x6-1; 5x6-3 and 4x6-12 are the most suitable for grain production. The environmental efficiency ratio was effective as demonstrated genotypes which suffered minor variations in relation to environmental adversity found. The 5X6-3 hybridizations and TMG 1180, 4X5-2 and TMG 1180; 5X6-1 and TMG 1180 are promising for obtaining segregating populations for grain production. Features number of days to flowering (49%) and number of pods per plant (26,6%) were the ones that contributed most to the genetic dissimilarity

Keywords: *Glycine max*, genetic dissimilarity, populations.

INTRODUÇÃO

Os programas brasileiros de melhoramento de soja *Glycine max* desde a década de 70, procuraram desenvolver genótipos de soja com período juvenil longo, adaptados às regiões de baixas latitudes, característica esta que permitiu a expansão da cultura da soja à região central do país. Atualmente, aproximadamente 60% da produção de soja no Brasil concentram-se nessas regiões (CONAB 2015).

Neste cenário, desponta o estado do Tocantins como estratégico para o mercado de *commodities*, entre outras atividades. No Estado, a soja lidera o ranking das exportações com aproximadamente 71%, tornando-se a principal cultura em termos de participação no valor bruto da produção (PORTAL AMAZÔNIA, 2014). Contudo, no estado há ainda escassez de genótipos desenvolvidos e melhorados "in loco", que poderiam resultar em incremento nos atuais índices de produtividade da cultura, que ainda é inferior à média nacional (PELUZIO et al, 2010).

O desenvolvimento de novos genótipos é, sem dúvida, uma das tecnologias que mais contribuem para o aumento da produtividade nacional. Segundo Costa et al. (2004) esses programas são essenciais, principalmente, por atenderem à crescente demanda por maiores produções, possibilitando aumento de variabilidade e conseqüentemente ampliação da base genética.

O estudo de genótipos de soja adaptados às diferentes condições edafoclimáticas é de importância econômica e ambiental. Em ambientes desfavoráveis, genótipos de soja eficientes em aproveitar o estímulo ambiental, apresentam melhor desempenho produtivo. A eficiência poderia ser quantificada através de um índice ambiental de eficiência (IEA) segundo metodologia adaptada de FISCHER et al. (1983).

Em programas de melhoramento genético é necessário o conhecimento da herança das características envolvidas e a base genética dos progenitores e essas informações podem ser obtidas através de estudos de divergência genética (CEOLIN et al. 2007).

Neste sentido, através do estudo da divergência genética entre indivíduos ou populações, utilizando caracteres agronômicos, morfológicos e moleculares que, por sua vez, são aplicados as técnicas biométricas multivariadas, unificando diversas informações de um conjunto de caracteres, fornecendo orientações para cruzamentos que resultem em combinações híbridas de maior heterozigose, de modo que nas gerações segregantes exista maior possibilidade de obtenção de genótipos superiores (CLEMENTE e CAHOON, 2009).

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a eficiência ambiental e divergência genética de dezessete genótipos de soja, cultivados em dois ensaios no ano agrícola 2013/14, na região Central do Estado do Tocantins.

MATERIAL E MÉTODOS

No ano agrícola 2013/14, foram realizados dois ensaios de competição de cultivares de soja, no Centro Agrotecnológico da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Palmas (220 m de altitude, 10°45' S e 47°14' W). As cultivares foram semeadas sob duas épocas de plantio, 01 de dezembro de 2013 (Ambiente A) e 17 de dezembro de 2013 (Ambiente B), em solo do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2013). Cada época de plantio representou um ambiente distinto.

O delineamento experimental utilizado, em cada ensaio, foi de blocos casualizados com 17 tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram constituídos por dez cultivares (TMG 1288RR; AS3810RR; CD 2792RR; CD 251RR; CD 2737RR; STS 820RR; TMG 1180RR; M 8766RR; P 98Y70RR; M 9144RR) e sete linhagens oriundas de programas de melhoramento genético da UFT (5X6-1; 5X6-2; 5X6-3; 4X6-12; 4X6-17; 4X6-19 e 4X5-2).

As parcelas experimentais foram compostas por quatro fileiras de 5 m de comprimento, com espaçamento entre linhas de 0,45 m. Na colheita, foram utilizadas as duas fileiras centrais, excetuando-se 0,50m da extremidade de cada uma das mesmas, resultando em uma área útil de parcela de 3,6 m².

Foram realizadas as operações de aração, gradagem e sulcamento. O plantio das sementes e a adubação no sulco foram feitos manualmente. A adubação de plantio foi realizada conforme análise de solo: pH 5,3; K 35,2 mg.dm⁻³; P 6,0 mg.dm⁻³; M.O. 0,6%; CTC 4,7 e V 53,3% e recomendação para cultura, onde foi empregado 500 kg.ha⁻¹ de super fosfato simples, totalizando 100 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, houve ainda uma adubação de cobertura aos 15 DAE quantificando um total de 100 kg.ha⁻¹ de K₂O.

No momento do plantio, foi realizado o tratamento das sementes com fungicidas, seguido de inoculação das sementes com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*. A densidade de semeadura foi realizada com intuito de se obter 14 plantas por metro linear. O controle de pragas, doenças e plantas daninhas foi realizado à medida que se fizeram necessários com produtos devidamente recomendados para cultura.

As plantas de cada parcela experimental foram colhidas após terem apresentado 95% das vagens maduras, ou seja, no estágio R_8 da escala de FEHR et al. (1971).

Com base na área útil da parcela, foram avaliadas as seguintes características agronômicas:

a) Número de dias para o florescimento (NDF) – número de dias contados, a partir da emergência, até que ocorresse uma flor aberta na haste principal em 50% das plantas da parcela;

b) Número de dias para a maturação (NDM) – número de dias contados, a partir da emergência, até que as plantas apresentassem 95% das vagens maduras;

c) Altura da inserção da primeira vagem (A1V) – Distância em cm, medida a partir da superfície do solo a primeira vagem, obtida na época de maturação, em 10 plantas da área útil.

d) Altura das plantas (AP) – Distância em cm, medida a partir da superfície do solo até a extremidade da haste principal da planta, obtida na época da maturação, em 10 plantas da área útil.

e) Número de vagens por plantas (NVP): número de vagens, obtida na época de maturação, em 10 plantas competitivas da área útil;

f) Número de sementes por vagem (NSV): número de sementes, obtida na época da maturação, em 10 plantas competitivas da área útil;

g) Massa de 100 sementes (MCS): massa, em gramas, obtido de uma amostra de 100 sementes por parcela;

h) Produtividade de grãos (PROD) – avaliada em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, baseada no total de sementes de cada parcela, após a secagem das sementes até aproximadamente 12% de umidade.

Para cada genótipo, utilizando os valores de produtividade de grãos obtidos nos ambientes favorável e desfavorável, foi calculado o índice de eficiência ambiental, segundo metodologia adaptada de FISCHER et al.(1983), a partir do índice de eficiência IEA, obtido pela equação:

$$IEA = Y_a(D)/Y_a(F) \times Y_x(D)/Y_x(F)$$

onde,

$Y_a(D)$ é a produção da cultivar “a” sob ambiente D (“desfavorável”);

$Y_a(F)$ é a produção da cultivar “a” sob ambiente F (“favorável”);

$Y_x(D)$ é a produção média de todas as cultivares sob ambiente D;

$Y_x(F)$ é a produção média de todas as cultivares sob ambiente F.

Na definição dos ambientes, foi utilizado o índice ambiental proposto por FINLAY; WILKINSON (1963). Por esta definição, ambiente favorável é aquele cuja média de produção dos cultivares esteja acima da média geral de todos os ensaios, resultando em índice ambiental positivo. Por outro lado, ambiente desfavorável é aquele cuja média de produção dos cultivares esteja abaixo da média geral de todos os ensaios, resultando em índice ambiental negativo.

Os índices de IEA são utilizados para classificar as cultivares como: eficientes (índice acima da média sob ambiente D e F) e não eficientes (índice abaixo da média sob ambiente D e F), uma vez que são utilizadas as médias das cultivares sob ambientes D e F.

Foi realizada análise de variância de cada ensaio e, posteriormente, análise conjunta dos ensaios em que o menor quadrado médio residual não diferiu em mais de sete vezes do maior (CRUZ e REGAZZI, 2004). Foi realizada, ainda, análise de variância para o índice de eficiência.

As médias das características foram comparadas pelo teste de Scott Knott, ao nível de 5% de significância. Foi utilizado ainda o teste t de Student, ao nível de significância de 5% para comparar os índices de eficiência das cultivares com o índice geral de eficiência, após testar a normalidade dos dados pelo teste de Kolmogorov-Smirnov.

As medidas de dissimilaridade foram determinadas segundo o modelo de análise multivariada, o que permitiu a obtenção da matriz de dissimilaridade, da matriz de covariância residual e das médias dos cultivares

Foi aplicado o método de agrupamento de Tocher, proposto por RAO (1952), utilizando-se a distância generalizada de Mahalanobis (D^2), como medida de dissimilaridade. As análises foram realizadas utilizando-se o programa Computacional Genes, versão 2007 (CRUZ, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância conjunta para os oito caracteres avaliados encontra-se na Tabela 1. Os resultados demonstraram a existência de diferenças significativas entre as médias dos genótipos para a maioria das características, exceto o número de sementes por vagem, ao nível de 5% de significância pelo teste F, indicando a existência de variabilidade genética. Esses resultados concordam com aqueles obtidos por Almeida et al. (2011), onde analisando a divergência genética de genótipos de soja em áreas de várzea no Estado do Tocantins, também encontraram diferença significativa entre genótipos de soja para as características avaliadas, exceto número de grãos por vagem.

Tabela 1- Resumo da análise de variância conjunta de oito características agrônômicas, em 17 genótipos de soja, na safra 2012/13

QUADRADOS MÉDIOS					
FV	GL	NDF	NDM	AP	A ₁ V
Blo/Amb	4	0,60	31,56	28,92	8,74
Gen	16	36,31*	110,24*	170,05*	20,52*
Amb	1	127,40*	6851,93*	11605,32*	3,13
A x G	16	20,09*	74,04*	93,81*	1,33
Erro	64	0,29	9,66	14,64	2,27
Média		39,92	103,45	63,12	15,90
CV(%)		1,36	3,00	6,06	9,52

QUADRADOS MÉDIOS					
FV	GL	NSV	NVP	MCS	PROD
Blo/Amb	4	0,07	26,92	0,62	96811,21ns
Gen	16	0,12	2881,24*	7,24*	1175942,42*
Amb	1	0,08	2998,17*	549,27*	61946089,45*
A x G	16	0,12	1944,83*	8,13*	1318255,24*
Erro	64	0,03	43,62	1,77	71943,93
Média		2,05	61,46	13,13	3185,62
CV(%)		8,67	10,75	9,98	8,42

*: significativo a 5% pelo teste F.

NDF: número de dias para o florescimento (dias); NDM: Número de dias para a maturação (dias); A₁V: Altura da inserção da primeira vagem (cm); AP: Altura das plantas (cm); NVP: Número de vagens por plantas; NSV: Número de sementes por vagem; MCS: Massa de 100 sementes (g); PRO: Produção por hectare (kg.ha⁻¹).

Houve efeito significativo na interação cultivar x ambiente em seis das oito características avaliadas, demonstrado que a época de plantio exerce um comportamento diferencial sobre genótipos, sendo assim realizados os desdobramentos. Tais resultados corroboram com os encontrados por Ferreira Júnior et al. (2010), onde o mesmo, analisando a variação dos caracteres agrônômicos em função de diferentes períodos de semeadura, também observou diferença estatística em várias das características analisadas.

O coeficiente de variação oscilou entre 1,36 e 10,75%, indicando boa precisão do experimento (Tabela 1).

Observa-se para característica número de dias para o florescimento (Tabela 2) que com exceção dos genótipos TMG 1288, 5x6-3, 4x6-12 e 4X6-19, os demais apresentaram diferença significativa quando plantados em diferentes épocas

de plantio (Tabela 2). Os genótipos 5X6-1, 4X6-17, 4X5-2 e M 9144RR apresentaram florescimento mais tardio na segunda época de plantio (17/12) e os demais na primeira época (01/12). Meotti et al. (2012), Pelúzio et al. (2008) e Barros et al. (2003) avaliando diferentes materiais em diferentes épocas de plantio, também constataram comportamento diferencial entre os genótipos, quanto ao caráter florescimento, quando plantados em diferentes épocas.

Na primeira época de plantio (01/12), foram formados quatro grupos estatisticamente distintos. O grupo mais tardio foi composto pelos genótipos 4X5-2, 4X6-12, 5X6-2, 5X6-3, M 8766RR, CD 2792RR, AS 3810 e TMG 1288 e o grupo mais precoce foi formado pelo cultivar STS 820. Pires et al. (2012) também observaram que o cultivar M 8766RR apresentou característica de florescimento tardio, quando cultivado na região Centro-Sul do estado do Tocantins.

Por outro lado, na segunda época de plantio (17/12), foram formados sete grupos de médias, sendo o de florescimento mais tardio representado pelos genótipos 4X5-2, 4X6-17, 5X6-1, 5X6-3 e M 9144 RR e o mais precoce composto pelo cultivar TMG 1180. Fidelis et al. (2007) avaliando a performance de materiais em diferentes épocas de semeadura no Tocantins, também observaram que o cultivar M 9144RR sempre se manteve entre os cultivares de florescimento tardio, mesmo quando plantado em diferentes épocas.

Tabela 2 - Médias do número de dias para o florescimento e maturação de 17 genótipos de soja, semeados em duas épocas, em Palmas-TO na safra 2013/14.

Genótipos	Florescimento			Maturação		
	Plantio 01/12	Plantio 17/12	Média	Plantio 01/12	Plantio 17/12	Média
TMG 1288	41,6 A a	41,3 A b	41,5	115,0 A a	103,6 Ba	109,3
AS 3810	41,6 A a	35,6 B e	38,6	106,0 A b	91,3 B c	98,6
CD 2792RR	41,6 A a	35,6 B e	38,6	106,0 A b	91,3 B c	98,6
CD 251RR	41,0 A b	37,3 B d	39,1	108,6 A b	87,0 A d	997,8
CD 2737RR	41,0 A b	32,6 B f	36,8	107,3 A b	103,0 B a	105,1
STS 820	38,0 A d	33,3 B f	35,6	107,0 A b	91,3 B c	99,1
TMG 1180	39,0 A c	29,0 B g	34,0	110,3 A b	87,0 B d	98,6
M 8766RR	41,6 A a	39,0 B c	40,3	107,3 A b	87,0 B d	97,1
5X6-3	42,0 A a	42,0 A a	42,1	113,0 A a	103,0 B a	108,0
5X6-2	41,6 A a	40,6 B b	41,1	115,0 A a	103,0 B a	109,0
4X6-12	41,6 A a	41,0 A b	41,3	119,0 A a	87,0 B d	103,0
4X6-19	41,0 A b	41,3 A b	41,1	115,0 A a	90,6 B c	102,8
5X6-1	41,0 B b	42,6 A a	41,8	115,0 A a	96,0 B b	105,5
4X6-17	41,0 B b	42,6 A a	41,8	115,0 A a	96,0 B b	105,5
4X5-2	42,0 B a	43,0 A a	42,5	115,0 A a	96,0 B b	105,5
P98Y70	40,6 A b	39,3 B c	40,0	109,0 A b	103,0 B a	106,0
M9144RR	40,6 B b	43,0 A a	41,8	114,3 A a	103,0 B a	108,6
MÉDIA	41,0	38,8		111,64	95,25	

Médias seguidas por mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% pelo teste de Scott-Knott.

Quanto ao número de dias para maturação (Tabela 2) o estudo dos genótipos entre as datas de plantio, revelou maturação mais tardia para todos os genótipos em 01/12, com exceção de CD 251RR, que não apresentou comportamento diferencial entre as datas de plantio.

Fidelis et al. (2007), Barros et al. (2003) e Peluzio et al. (2006) avaliando cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura no Tocantins, também verificaram redução no número de dias para maturação com o atraso de semeadura. Jiang et al. (2011) e Meotti (2012) também observaram decréscimo no número de dias para a maturação e florescimento à medida que se protelava o plantio em relação à data ideal, tal fato foi atribuído a exposição das plantas a um menor fotoperíodo.

Foram formados dois grupos de médias dos genótipos quando plantados em 01/12, sendo o grupo mais tardio formado por TMG 1288, 5X6-3, 5X6-2, 4X6-12, 4X6-19, 5X6-1, 4X6-17, 4X5-2 e M 9144RR. Na outra data de plantio (17/12), foram formados quatro grupos, sendo o mais tardio formado por TMG 1288, CD 2737RR, 5X6-3, 5X6-2, P 98Y70 e M 9144RR e o mais precoce por CD 251RR, TMG 1180, M 8766RR e 4X6-12. Peluzio et al. (2014) avaliando divergência genética em cultivares de soja, também observaram que o cultivar P 98Y70 apresentava-se entre os cultivares mais tardios.

O número de dias para o florescimento e para a maturação, em virtude da sensibilidade termofotoperiódica da cultura são importantes características na escolha da cultivar, uma vez que, de acordo com as condições climáticas da região, torna-se possível escalonar o plantio e a colheita. Tal escalonamento é realizado, então, de forma a reduzir os riscos de coincidirem períodos prolongados de estresses hídricos, nas fases mais críticas de desenvolvimento da planta (florescimento e enchimento de grãos), e de excesso hídrico, próximo à colheita (PELUZIO et al, 2005, 2006; ALMEIDA et al. 2011).

Quanto a altura de plantas (Tabela 3), o estudo comparativo entre as épocas de plantio revelou que todos os genótipos apresentaram plantas mais altas quando cultivados na primeira época (01/12). Resultados semelhantes foram obtidos por Lelis et al.(2010), Ferreira Júnior et al. (2010), Barros et al. (2003) e Peluzio et al. (2006) em soja cultivada em diferentes épocas de semeadura. Segundo Peluzio et al. (2006) em semeaduras realizadas mais tardiamente, os genótipos tendem a apresentar plantas mais baixas, uma vez que há encurtamento do comprimento do dia, o que faz com que os genótipos atinjam seu fotoperíodo crítico mais cedo, floresçam mais rapidamente, cresçam menos e, por conseguinte, tenham menor

altura das plantas. Assim, há a necessidade de se utilizar cultivares com juvenildade longa, pois desta forma, mesmo que a cultura receba o estímulo para florescer, esta continua vegetando, promovendo maior altura das plantas.

Analisando as épocas de plantio, os genótipos com maior altura das plantas foram STS 820, M 8766RR, 5X6-3, 5X6-2, 4X6-19, 5X6-1, 4X6-17, 4X5-2, quando semeados em 01/12 e TMG 1288, AS 3810, CD 2792RR, CD 2737RR, TMG 1180, 5X6-2, 4X6-19, 5X6-1, 4X6-17, 4X5-2 e P 98Y70 quando cultivados em 17/12.

Tabela 3 - Médias de altura de plantas e altura de inserção de primeira vagem de 17 genótipos de soja, semeados em duas épocas, em Palmas-TO na safra 2013/14.

Genótipos	Altura de plantas			Altura de Inserção de primeira vagem.		
	Plantio 01/12	Plantio 17/12	Média	Plantio 01/12	Plantio 17/12	Média
TMG 1288	65,00 A c	54,00 B a	59,5 b	16,66 b	15,00 c	15,83 c
AS 3810	69,66 A b	56,00 B a	62,83 b	13,66 c	14,00 c	13,83 c
CD 2792RR	68,33 A b	54,00 B a	61,16 b	17,66 b	18,00 b	17,83 b
CD 251RR	70,66 A b	50,33 B b	60,5 b	14,00 c	14,00 c	14,00 c
CD 2737RR	72,00 A b	54,66 B a	63,33 b	18,33 a	18,33 b	18,33 b
STS 820	79,66 A a	42,33 B b	61,00 b	14,66 c	15,00 c	14,83 c
TMG 1180	63,33 A c	53,33 B a	58,33 c	16,66 b	16,33 c	16,5 c
M 8766RR	81,66 A a	46,33 B b	64,00 b	13,66 c	14,66 c	14,16 c
5X6-3	75,33 A a	48,66 B b	62,00 b	16,00 c	15,00 c	15,5 c
5X6-2	82,66 A a	53,33 B a	69,00 a	18,66 a	17,00 b	17,83 b
4X6-12	60,00 A c	45,33 B b	52,66 c	16,66 b	15,00 c	15,83 c
4X6-19	78,66 A a	55,66 B a	67,16 a	20,66 a	20,66 a	20,66 a
5X6-1	80,00 A a	57,00 B a	68,50 a	15,33 c	15,00 c	15,16 c
4X6-17	85,66 A a	58,00 B a	71,83 a	17,00 b	15,00 c	16,00 c
4X5-2	82,33 A a	62,00 B a	72,16 a	15,33 c	15,00 c	15,16 c
P98Y70	71,66 A b	53,33 B a	63,5 b	15,00 c	15,00 c	15,00 c
M9144RR	68,00 A b	43,66 B b	55,83 c	13,33 c	14,33 c	13,83 c
MÉDIA	73,80	52,47		16,15	15,72	

Médias seguidas por mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% pelo teste de Scott-Knott.

Com relação à altura de inserção da primeira vagem (tabela 3), não foram detectadas diferenças significativas entre as épocas de plantio, para cada um dos genótipos.

Em cada época de plantio foram formados três grupos de médias. O genótipo 4x6-19 apresentou o maior valor para inserção de primeira vagem

(20,66cm) em ambas as épocas, seguido por 5X6-2 (18,66cm) e CD 2737RR (18,33cm) na primeira época. Em ambas as épocas, os genótipos AS 810, M8766RR e M9144RR tiveram as primeiras vagens mais baixas.

Usualmente, busca-se obter genótipos com menor altura de inserção de primeira vagem (10 a 15 cm) e maior altura de plantas (60 a 80 cm), uma vez que existe uma tendência de plantas mais altas e com menor altura de inserção da primeira vagem apresentarem um maior número de vagens, conforme observado por (ALMEIDA et al. 2011). Ressalta-se, contudo, que a seleção de plantas muito altas (> 80 cm) e com baixa altura de inserção de primeira vagem (< 10 cm) poderá acarretar em perdas na colheita mecanizada. No presente estudo, todos os genótipos apresentaram altura de plantas e de primeira vagem satisfatórios a tal procedimento.

Para o caráter número de sementes por vagem (Tabela 4), com exceção dos genótipos 4X6-12, TMG 1288, CD 251RR e 5X6-3, que apresentaram-se superiores no plantio em 17/12, não foram detectadas diferenças significativas entre as datas de plantio para cada um dos genótipos.

Nos ambientes estudados, foram formados dois grupos de médias. Na primeira época de plantio (01/12), TMG 1288, CD 251RR e 5X6-2 não apresentaram diferença estatística entre si, mas foram inferiores aos demais. No plantio de 17/12, no grupo com as maiores médias, encontram-se os genótipos TMG 1288, AS 3810, CD 251, 5X6-3, 5X6-1 e P98Y70.

Almeida et al. (2011) em soja cultivada na entressafra no estado do Tocantins, também observaram diferenças entre os genótipos em relação ao número de grãos por vagem.

Tabela 4 - Médias de número de sementes por vagem e número de vagens por planta de 17 genótipos de soja, semeados em duas épocas, em Palmas-TO na safra 2013/14.

Genótipos	Número de sementes por vagem			Número de vagens por planta		
	Plantio 01/12	Plantio 17/12	Média	Plantio 01/12	Plantio 17/12	Média
TMG 1288	1,73 Bb	2,4 A a	2,06 a	82,33 Ac	29,66 Bf	56,00 d
AS 3810	2,43 Aa	2,36 Aa	2,4 a	62,33 Bd	74,33 Ac	68,33 c
CD 2792RR	2,10 Aa	1,93 Ab	2,01 a	43,00 Ae	37,00 Af	40,00 e
CD 251RR	1,80 Bb	2,33 Aa	2,06 a	51,00 Ae	49,66 Ae	50,33 d
CD 2737RR	2,03 Aa	1,96 Ab	2,00 a	56,66 Ae	32,33 Bf	44,50 e
STS 820	2,10 Aa	2,03 Ab	2,06 a	72,00 Ac	59,00 Bd	65,50 c
TMG 1180	2,10 Aa	1,90 Ab	2,00 a	40,00 Be	62,66 Ad	51,33 d
M 8766RR	1,96 Aa	2,06 Ab	2,01 a	120,66 Aa	111,00 Ab	115,83 a
5X6-3	1,96 Ba	2,46 Aa	2,21 a	48,66 Ae	151,66 Aa	100,16 b
5X6-2	1,56 Ab	1,83 Ab	1,70 a	109,00 Ab	75,00 Bc	92,00 b
4X6-12	2,20 Aa	1,80 Bb	2,00 a	67,33 Ad	31,66 Bf	49,50 d
4X6-19	1,96 Aa	1,86 Ab	1,91 a	64,00 Ad	31,00 Bf	47,50 e
5X6-1	2,13 Aa	2,23 Aa	2,18 a	69,33 Ad	36,00 Bf	52,66 d
4X6-17	2,03 Aa	1,96 Ab	2,00 a	62,00 Ad	25,66 Bf	43,83 e
4X5-2	2,13 Aa	2,06 Ab	2,10 a	66,66 Ad	73,33 Ac	70,00 c
P98Y70	2,03 Aa	2,26 Aa	2,15 a	45,33 Ae	38,00 Af	41,66 e
M9144RR	2,10 Aa	1,90 Ab	2,00 a	76,33 Ac	34,33 Bf	55,33 d
MÉDIA	2,02	2,08		66,86	56,01	

Médias seguidas por mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% pelo teste de Scott-Knott.

Quanto ao número de vagens por planta (Tabela 4), o estudo comparativo entre as datas de plantio, para cada um dos genótipos, revelou uma inconsistência de comportamento dos mesmos em função dos ambientes. Neste sentido, TMG1288, CD 2737RR, STS820, 5X6-2, 4X6-12, 4X6-19, 5X6-1, 4X6-17 e M9144RR apresentaram um maior número de vagens em 01/12. Por outro lado, AS3810 e TMG1180 foram superiores em 17/12. Os demais genótipos apresentaram similaridade de comportamento em ambos os ambientes.

No plantio em 01/12, M 8766RR apresentou maior número de vagens, seguido pelo genótipo 5x6-2, sendo os menores valores alcançados por CD 2792RR, CD 2737RR, CD 251RR, TMG 1180, 5X6-3 e P 98Y70. EM 17/12, o maior

valor para quantidade de vagens por planta foi obtido pelo genótipo 5X6-3, seguido por M 8766RR.

Tal característica expressa maior correlação positiva com produtividade de grãos, demonstrando que genótipos que expressam alta quantidade de vagens por planta, provavelmente expressarão alta produtividade (MEOTTI, 2012). Nogueira et al. (2012) avaliando a correlação de caracteres de soja cultivada em duas épocas de semeadura, também observaram que o número de vagens por planta é a característica que mais se correlaciona com produtividade de grãos.

Para o caráter massa de 100 sementes (Tabela 5), todos os genótipos foram estatisticamente superiores na primeira data de plantio (01/12) em relação à segunda época.

Ludwig et al. (2007) também observaram declínio na massa de cem sementes a medida que a semeadura se afastava da época ideal. Resultados similares foram constatados também por Rodrigues et al. (2003) os quais justificam este comportamento devido as plantas encontrarem quantitativamente fotoperíodos cada vez mais curtos à medida que se afastaram do solstício de verão, resultando em menor dreno para os órgãos reprodutivos e, conseqüentemente, menor peso médio dos grãos.

Além disso, outro fator que pode ter levado os genótipos semeados mais tardiamente (17/12) a terem uma menor massa de cem sementes e, também do número de vagens por plantas (Tabela 4), quando comparado ao plantio de 01/12, pode ser a ocorrência de temperaturas mais altas na semeadura tardia (Figura 1), que promoveu o encurtamento do ciclo dos genótipos (tabelas 2) e, conseqüentemente, o número de vagens e massa de cem sementes.

Fidelis et al. (2007), Barros et al. (2003) e Pelúzio et al. (2006) avaliando cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura, também observaram redução no massa de 100 sementes à medida que se reduziam os índices pluviométricos ou aumentava-se a temperatura média do ambiente.

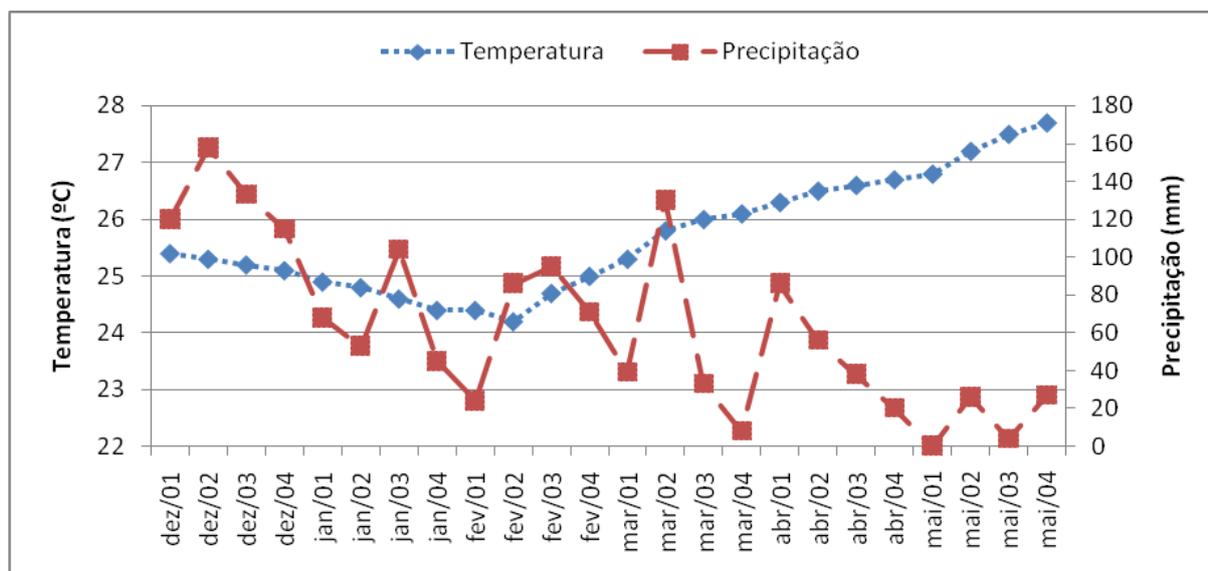


Figura 1- Médias de temperatura e precipitação no período de dezembro de 2013 a maio de 2014, em Palmas-TO.

No plantio de 01/12, foram formados três grupos de médias, sendo que o grupo com as maiores médias foi representado por CD 2792RR, CD 251RR, CD 2737RR e P 98Y70. O grupo com as menores médias foi constituído por TMG 1288, AS 3810, STS 820, M 8766RR, 5X6-3, 4X6-19, 4X6-17 e 4X5-2 e um grupo intermediário foi formado pelos demais genótipos.

Na segunda época de plantio (17/12), foram formados quatro grupos de médias, onde o genótipo M 8766RR foi estatisticamente superior aos demais. Os genótipos com menor Massa de cem sementes foram CD 251RR, 5X6-2, 4X6-12, 4X6-19 e 5X6-1. Os demais genótipos estão inseridos em grupos intermediários.

Tabela 5 - Médias de massa de cem sementes, produtividade e eficiência (EUP) de 17 genótipos de soja, semeados em duas épocas, em Palmas-TO na safra 2013/14.

Genótipos	Massa de cem sementes (g)			Produtividade de grãos (kg.ha ⁻¹)			(IEA)
	Plantio 01/12	Plantio 17/12	Média	Plantio 01/12	Plantio 17/12	Média	
TMG 1288	13,8Ac	10,7Bc	12,2b	4026,0Ab	2584,0Ba	3305,0b	0,38b
AS 3810	14,9 Ac	10,9Bc	12,9b	3797,6Ac	2733,3Ba	3265,5b	0,43b
CD 2792RR	18,6 Aa	12,4Bb	15,5a	4783,6Aa	2783,3Ba	3783,5a	0,35b
CD 251RR	17,0 Aa	9,7Bd	13,3b	3488,0Ac	2698,0Ba	3093,0b	0,46b
CD 2737RR	17,5 Aa	11,5Bb	14,5a	2437,6Ae	2654,3Aa	2546,0b	0,67 ^a
STS 820	13,9 Ac	11,5Bb	12,7b	4288,3Ab	2777,0Ba	3532,6a	0,39b
TMG 1180	16,2 Ab	10,0Bc	13,4b	3145,6Ad	2803,6Aa	2974,6b	0,57 ^a
M 8766RR	14,0 Ac	14,8Ba	14,4a	3831,0Ac	2816,0Ba	3523,5b	0,44b
5X6-3	14,9 Ac	10,6Bc	12,7b	4359,0Ab	2590,3Ba	3474,6a	0,36b
5X6-2	16,4 Ab	9,4Bd	12,9b	4135,3Ab	2260,3Ba	3197,8b	0,33c
4X6-12	16,3 Ab	9,2Bd	12,8b	5059,6Aa	1866,6Bb	3463,1a	0,22c
4X6-19	13,5 Ac	9,1Bd	11,3b	4638,3Ab	1979,0Bb	3308,6b	0,25c
5X6-1	16,5 Ab	8,4Bd	12,4b	5333,3Aa	2407,0Ba	3870,3a	0,27c
4X6-17	14,0 Ac	11,1Bb	12,5b	3652,6Ac	2233, Ba	2943,0b	0,37b
4X5-2	12,4 Ac	10,5Bc	11,5b	3586,6Ac	2547,3Ba	3067,0b	0,43b
P98Y70	17,2 Aa	11,2Bb	14,3a	2448,3Ae	1550,3Bb	1999,3d	0,38b
M9144RR	15,5 Ab	12,2Bb	13,8a	4393,6Ab	1624,3Bb	3009,0b	0,22c
MÉDIA	15,4A	10,8B		3965,0A	2406,3B		

Médias seguidas por mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% pelo teste de Scott-Knott.

Quanto a produtividade de grãos (Tabela 5), com exceção dos cultivares CD 2737RR e TMG 1180, todos os demais genótipos apresentaram-se superiores estatisticamente quando plantados na primeira data de plantio (01/12), foram formados nesta mesma data cinco grupos de médias. O grupo com as maiores médias foi representado por 5X6-1 (5333,3 kg.ha⁻¹), 4x6-12 (5059,6 kg.ha⁻¹) e CD 2792RR (4783,6 kg.ha⁻¹). Os genótipos com as menores médias foram CD 2737RR (2437 kg.ha⁻¹) e P98Y70 (2448 kg.ha⁻¹). Os demais genótipos ocuparam posição intermediária para esta característica.

No ensaio realizado em 17/12, os genótipos foram distribuídos em dois grupos de médias. O grupo com as maiores médias de rendimento de grãos foi representado por 77% das cultivares. Com as menores médias são citados os

genótipos 4X6-12 (1866 kg.ha⁻¹) 4X6-19 (1979 kg.ha⁻¹) P98Y70 (1550 kg.ha⁻¹) e M9144RR (1624 kg.ha⁻¹)

As cultivares, de modo geral apresentaram comportamento diferencial entre os ensaios, onde os maiores rendimentos foram obtidos em Palmas I. Em semeadura atrasada (17/12) houve a redução da produção de todos os cultivares.

Em semeadura tardia, a menor produtividade de grãos ocorreu em decorrência do menor ciclo dos genótipos (tabela 2), que resultou em menor desenvolvimento das plantas (tabelas 3) e menor número de vagens e massa de 100 sementes (Tabelas 4 e 5). Ressalta-se que esta menor produtividade de grãos (Tabela 5) está associada a um encurtamento do comprimento do dia e a presença de temperaturas mais altas com alto índice pluviométrico (Figura 1), este último proporcionando o aparecimento de doenças de final de ciclo com resultado direto na queda de produtividade.

Stülp et al. (2009), Lelis et al. (2007), Ferreira Júnior et al. (2010) e Peluzio et al. (2006), também observaram reduções na produção de grãos com o retardamento da semeadura da soja, atribuindo a tais resultados a redução no porte das plantas, ocasionada por encurtamento da fase vegetativa.

Barros et al. (2003), Barbosa et al. (2011) e Peluzio et al. (2006) estudando cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura no Tocantins, também obtiveram queda na produtividade com o retardamento da semeadura.

Freitas et al. (2010), Gubiani (2005) e Marques et al. (2011), estudando o efeito de épocas de plantio no comportamento de genótipos de soja, verificaram que a semeadura tardia resultou em queda de cerca de 80%, 15% e 65% na produtividade de grãos, respectivamente. Segundo Oliveira et al. (2003), a época de

semeadura é um fator determinante para se atingir altas produtividades de grãos e de maneira geral, existem épocas adequadas de semeadura para as cultivares de soja. O autor afirma, ainda, que quando se consegue unir o desenvolvimento das fases fenológicas da cultura com a presença de um ambiente climático favorável à expressão da produtividade da cultivar em uso, alcançam-se altas produtividades.

No presente estudo, utilizando o índice ambiental proposto por FINLAY; WILKINSON (1963), os plantios 01/12 e 17/12 foram considerados respectivamente como ambientes favorável e desfavorável, por propiciar índice ambiental positivo e negativo. Assim, ambientes foram utilizados na fórmula de Fischer para cálculo do índice ambiental de cada genótipo.

O resumo da análise de variância da eficiência dos genótipos em relação aos ambientes, para a característica produtividade de grãos, encontra-se na Tabela 6. O coeficiente de variação indica boa precisão na condução dos experimentos (SCAPIM et al., 1995).

Tabela 6 - Resumo da análise de variância da eficiência do uso dos ambientes, segundo metodologia adaptada de Fischer et al. (1983), para produção de grãos, de 17 cultivares de soja, na safra 2013/14

F.V	GL	QM ^{1/}	F
Blocos	2	0,00249	1,23ns
Genótipos	16	0,02515	12,51**
Erro	32	0,00201	
Média		0,38	
CV %		7,28	

^{1/} Dados transformados em raiz quadrada de X; ns: não significativo; * significativo a nível de 5%, ** significativo a nível de 1% pelo teste de Scott-Knott

Quanto a eficiência ambiental (Tabela 6), os genótipos foram divididos em três grupos, sendo que o grupo com as maiores médias de eficiência foi composto pelos cultivares: CD 2737RR (0,67) e TMG1180 (0,57). No grupo de genótipos menos eficientes estão 5X6-2, 4X6-12, 4X6-19, 5X6-1 e M 9144RR. Os demais genótipos estão contidos em um grupo estatisticamente intermediário.

Ressalta-se que, por este índice, os genótipos mais eficientes não foram os de melhor desempenho em ambos os ambientes (Tabela 6), uma vez que genótipos com *performance* similar em ambos os ambientes, mesmo tendo baixa produtividade, tiveram alto índice.

As medidas de dissimilaridade genética, estimadas a partir da distância de Mahalanobis (Tabela 07), para as oito características apresentaram elevada magnitude (7,03 a 351,77), indicando a presença variabilidade genética entre os genótipos.

A combinação entre 5X6-3 e TMG 1180 foi a mais divergente ($D^2 = 351,77$), seguida pelas combinações 4X5-2 e TMG 1180 ($D^2 = 339,11$) e 5X6-1 e TMG 1180 ($D^2 = 271,86$). A menor distância foi obtida entre os genótipos TMG 1288 e M9144 ($D^2 = 7,03$), seguido pelos pares TMG 1288 e 5X6-1 ($D^2 = 10,73$), TMG 1288 e 4X6-12 ($D^2 = 11,20$). Entre as maiores distâncias encontradas, TMG 1180 esteve presente em mais de 80% de todas as combinações, mostrando-se uma excelente opção como genitor para futuros cruzamentos com os demais pais avaliados.

Tabela 7 - Dissimilaridade entre genótipos de soja em relação a oito características, com base na distância generalizada de Mahalanobis (D^2_{ii}).

CULTIVARES	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		50,2	77,4	41,4	121,5	137,5	235,4	115,7	59,8
2			59,4	20,1	72,8	44,0	119,4	63,4	80,7
3				31,1	40,9	54,5	89,2	176,7	189,9
4					51,6	58,3	112,7	119,1	130,5
5						39,1	36,6	207,4	240,7
6							25,7	144,5	202,1
7								269,7	351,7
8									38,1
CULTIVARES	10	11	12	13	14	15	16	17	
1	44,5	11,2	25,9	10,7	24,8	31,0	54,4	7,03	
2	65,7	55,2	78,3	57,5	77,7	77,6	59,8	54,4	
3	125,3	54,2	67,5	85,0	95,6	157,7	78,3	80,7	
4	87,5	30,1	50,6	52,0	47,1	82,7	28,4	36,4	
5	147,2	117,0	110,3	152,8	128,1	197,8	58,5	123,1	
6	144,7	128,6	147,2	158,1	178,3	211,1	120,9	147,8	
7	255,6	214,4	226,8	271,8	265,6	339,1	162,3	239,9	
8	47,3	135,9	154,4	119,0	160,2	96,3	174,5	121,5	
9	30,0	94,1	111,9	63,6	113,5	47,0	163,4	74,5	
10		75,3	55,5	52,7	68,2	37,5	106,6	61,5	
11			30,6	23,4	39,0	61,5	61,2	11,5	
12				28,1	21,0	47,2	65,8	44,2	
13					22,0	23,9	77,1	22,6	
14						25,1	36,2	28,1	
15							83,4	41,0	
16								41,4	

Cultivares: 1(TMG 1288); 2(AS3810); 3(CD2792RR); 4(CD251RR); 5(CD2737RR); 6(STS 820); 7(TMG1180); 8(M8766RR); 9(5X6-3); 10(5X6-2); 11(4X6-12); 12(4X6-19); 13(5X6-1); 14(4X6-17); 15(4X5-2);16(P98Y70); 17(M9144RR).

A análise de agrupamento pelo método de Tocher separou os 17 genótipos em oito grupos geneticamente distintos (Tabela 8). O grupo I foi constituído por 35% do total dos genótipos, mostrando-se como o grupo com maior número de materiais similares, seguido pelo grupo III, com três representantes, grupo II e IV com dois representantes cada, os demais grupos foram compostos por genótipos individuais.

Tabela 8 - Agrupamento pelo método de Tocher, com base na distância generalizada de Mahalanobis de 17 cultivares de soja, safra 2013/2014.

Grupo	Cultivares
I	TMG 1288; M9144RR; 4X6-12; 5X6-1; 4X6-17; 4X6-19
II	AS 3810; CD 251RR
III	STS 820; TMG 1180; CD 2737RR
IV	5X6-3; 5X6-2
V	4X5-2
VI	M 8766
VII	P 98Y70
VIII	CD 2792RR

A formação destes grupos é de fundamental importância para a escolha dos progenitores, pois as novas combinações híbridas a serem estabelecidas devem ser baseadas na magnitude de suas dissimilaridades e no potencial de desempenho de seus genitores. Asmus (2008), Elias et al. (2007) e Cruz e Regazzi (2004) sugerem o não envolvimento de indivíduos de mesmo padrão de dissimilaridade nos cruzamentos, de modo a não restringir a variabilidade genética e assim evitar reflexos negativos nos ganhos a serem obtidos pela seleção. Desta forma, no presente estudo deve-se evitar hibridações de indivíduos pertencentes ao mesmo grupo.

A contribuição relativa de cada característica para a dissimilaridade genética, segundo método de (SINGH, 1981), observada na tabela 14, mostrou que duas destas características contribuíram com (75,6%) da divergência genética. Entre as características estudadas, o número de dias para florescimento (49,0%) e o número de vagem por planta (26,6%) foram as mais eficientes em explicar a dissimilaridade entre as cultivares, devendo ser priorizadas na escolha de progenitores em programas de melhoramento. Para estas mesmas características, Almeida et al.

(2011) obtiveram como contribuição 13,59% e 2,40%, respectivamente, e Santos et al. (2013) obtiveram 1,10% e 2,20%.

Tabela 9. Contribuição relativa dos caracteres para a dissimilaridade genética de 17 genótipos de soja, pelo método proposto por SINGH (1981), na safra 2013/14

Variável	Valor em %
1 Número de dias para maturação (dias)	3,1
2 Peso de 100 sementes (gramas)	4,1
3 Número de dias para florescimento (dias)	49,0
4 Altura da planta (cm)	4,9
5 Produção de grãos (kg.ha ⁻¹)	6,6
6 Altura de inserção da primeira vagem (cm)	3,9
7 Número de sementes por vagem	1,8
8 Número de vagem por planta	26,6

O agrupamento estabelecido pelo método de Tocher permite a identificação de quais serão os cruzamentos promissores, bem como, aqueles que poderão resultar em variabilidade restrita nas gerações segregantes. Neste sentido, poderão ser esperadas como promissoras as seguintes hibridações 5X6-3 X TMG 1180; 4X5-2 X TMG 1180 e 5X6-1 X TMG 1180 uma vez que as mesmas foram as mais dissimilares (Tabela 7) e apresentaram média de produção de grãos elevada (Tabela 5).

CONCLUSÕES

Os genótipos CD 2792RR; STS 820, 5x6-1; 5x6-3 e 4x6-12 são os mais indicados para a produção de grãos.

Os cruzamentos mais promissores foram 5X6-3 X TMG 1180; 4X5-2 X TMG 1180 e 5X6-1 X TMG 1180.

O índice de eficiência ambiental proposto foi eficaz à medida que evidenciou os genótipos que tiveram menor variação em suas produtividades face a variação ambiental, demonstrando desta forma quais seriam os genótipos mais favoráveis para condições adversas.

As características número de dias para o florescimento (49,%) e número de vagens por planta (26,6%) foram as que mais contribuíram para a dissimilaridade genética.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. D.; PELUZIO, J. M.; FLÁVIO SÉRGIO AFFÉRI, F. S. Divergência genética entre cultivares de soja, sob condições de várzea irrigada, no sul do Estado Tocantins. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 1, p. 108-115, 2011.

ASMUS, G. L. Reação de genótipos de soja ao nematóide reniforme. *Tropical Plant Pathology*, v. 33, n. 1, p. 69-71, 2008.

BARBOSA, V.S.; PELUZIO, J.M.; AFFERRI, F.S.; SIQUEIRA, G.B.: Comportamento de cultivares de soja, em diferentes épocas de semeaduras, visando a produção de biocombustível. *Rev. Ciênc. Agron.*, v. 42, n. 3, p. 742-749, 2011.

BARROS, H.B.; PELUZIO, J.M.; SANTOS, M.M.; BRITO, E.L.; ALMEIDA, R.D.: Efeito das épocas de semeadura no comportamento de cultivares de soja, no sul do estado do Tocantins. *Revista Ceres*, v. 50, n. 291, p 565-572, 2003.

CEOLIN, A. C. G.; VIDIGAL, M. C. G.; VIDIGAL FILHO, P. S.; KVITSCHAL, M. V.; GONELA, A.; SCAPIM, C. A. Genetic divergence of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) group carioca using morpho-agronomic traits by multivariate analyses. *Hereditas*, v. 144, p 1-9, 200.

CLEMENTE, T.E., CAHOON, E.B. Soybean oil: genetic approaches for modification of functionality and total content. *Plant physiology*, v.151, n 3, p 1030-1040, 2009.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. v.2 - Safra 2014/15, n.4 - Quarto Levantament, p. 1-90, jan. 2015.

COSTA, M. M.; MAURO, A. O. D.; UNÊDA-TREVISOLI, S. H.; ARRIEL, N. H. C.; BÁRBARO, I. M.; MUNIZ, F. R. S. Ganho genético por diferentes critérios de seleção em populações segregantes de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, n.11, p.1095-1102, 2004.

CRUZ C. D. Programa Genes: *Aplicativo computacional em genética e estatística*. Versão Windows, Viçosa, UFV. 2007.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 3.ed. Viçosa: UFV. 279p. 2004.

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

FEHR, W. R., CAVINESS, R. E., BURMOOD, D. T., PENNINGTON, J. S. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* L. Merrill. *Crop Scienc* v.11, n.6, p. 929-931. 1971.

FERREIRA JÚNIOR, J.A.; ESPINDOLA, S.M.C.G.; GONÇALVES, D.A.R. LOPES, E.W. Avaliação de genótipos de soja em diferentes épocas de plantio e densidade de semeadura no município de Uberaba-MG. *FAZU em Revista Uberaba*, n7, p 13-21, 2010.

FIDELIS, R.R.; SILVA, J.C.; PELUZIO, J.M.; CAPPELLARI, D.; BARROS, H.B.; CARVALHO, G.L. Performance de cultivares de soja, em diferentes épocas de semeadura na região sul do estado do Tocantins, safra 2006/07. *Amazônia: Cia. & Desenv.*, v. 3, n. 5, 2007.

FINLAY; WILKINSON. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. *Australian Journal of Agriculture Research*, v. 14, n. 6, p. 742-754, 1963.

FISCHER, K. S.; JOHNSON, E. C.; EDMEADS, G. O. *Breeding and selection for drought in tropical maize*. Mexico: CIMMYT. 1983.

FREITAS, M. C. M.; HAMAWAKI, O. T.; BUENO, M. R.; MARQUES, M. C. Época de semeadura e densidade populacional de linhagens de soja ufu de ciclo semitardio. *Bioscience Journal*, v. 26, n. 5, p. 698-708, 2010.

GUBIANI, E. I. *Crescimento e rendimento de soja em resposta a época de semeadura e arranjo de plantas. 2005*. 65p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

JIANG, Y.; WU, C.; ZHANG, L.; HU, P.; HOU, W.; ZU, W.; HAN, T. Long-day effects on the terminal inflorescence development of a photoperiod-sensitive soybean [*Glycine max*(L.) Merr.] variety. *Plant Science*, v.180, p.504-510, 2011.

LÉLIS, M.M.; HAMAWAKI, O.T.; TAVARES, M.; AQUINO, L.A. Teor de óleo para genótipos de soja em três épocas de semeadura. *Bioscience. Journal*, v. 26, n. 4, p. 602-609, 2010

LUDWIG, M.P.; DUTRA, L.M.C; ZABOT, L.; JAUER, A.; UHRY, D.; FARIAS, J.R.; LOSEKANN, M.E.; STEFANELO, C.; LUCCA FILHO, O.A.: Efeito da densidade de semeadura e genótipos no rendimento de grãos e seus componentes na soja semeada após a época indicada. *Revista da FZVA.*, v.14, n.2, p. 13-22. 2007.

MARQUES, M. C.; HAMAWAKI, O. T.; SEDIYAMA, T.; BUENO, M. R.; REIS, M. S.; CRUZ, C. D.; NOGUEIRA, A. P. O. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja em diferentes épocas de semeadura. *Bioscience Journal*, v. 27, n. 1, p. 59-69, 2011.

MEOTTI, G.V.; SILVA, R.S.; MUNARO, L.B. Épocas de semeadura e desempenho agrônômico de cultivares de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.47, n.1, p.14-21, 2012.

NOGUEIRA, A.P.O; SEDIYAMA, T.; SOUSA, L.B.; HAMAWAKI, O.T., CRUZ, C.D.; PEREIRA, D.G.; MATSUO, E.: Análise de trilha e correlações entre caracteres em soja cultivada em duas épocas de semeadura. *Bioscience Journal*, v. 28, n. 6, p. 877-888, 2012

OLIVEIRA, A. B.; DUARTE, J. B.; PINHEIRO, J.B. Emprego da Análise AMMI na avaliação da estabilidade produtiva em soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 38, p. 357-364, 2003.

PELUZIO, J. M.; ALMEIDA JUNIOR, D.; FRANCISCO, E. R.; FIDELIS, R. R.; RICHTER, L. H. M.; BARBOSA, V. S. Comportamento de cultivares de soja no sul do estado do Tocantins. *Bioscience Journal*, v. 21, n. 3, p. 113-118, 2005.

PELUZIO, J. M.; FIDELIS, R. R.; ALMEIDA, J. D.; BARBOSA, V. S.; RICHTER, L. H. M.; AFERRI, F. S. Desempenho de cultivares de soja, em duas épocas de semeadura, no sul do Estado de Tocantins. *Bioscience Journal*, v. 22, n. 2, p. 69-74, 2006.

PELÚZIO, J.M.; FIDELIS, R.R.; JÚNIOR, D.A.; SANTOS, G.R.; DIDONET, J. Comportamento de cultivares de soja sob condições de várzea irrigada no sul do estado do Tocantins, entressafra 2005. *Bioscience Journal*, v.24, n. 1, p. 75-80, 2008.

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

PELÚZIO, J.M.; LOPES, L.A.; CARVALHO, E.V.; AFFÉRI, F.S.; DOTTO, M.A.; Característica agrônômica e divergência genética de cultivares de soja para percentagem de óleo nas sementes. *Revista Ciência Agraria*, v. 57, n. 1, p. 1-8, 2014

PIRES, L.P.; PELUZIO, J.M.. CANCELLIER, L.L.; RIBEIRO, G.R.; COLOMBO, G.A.; AFFÉRI, F.S. Desempenho de genótipos de soja, cultivados na região Centro-Sul do estado do Tocantins, safra 2009/2010. *Bioscience Journal*, v. 28, n. 2, p. 214-223, 2012

PORTAL AMAZÔNIA: Tocantins exporta mais de U\$\$ 171 milhões no setor de agronegócio. Disponível em: [HTTP://portalamazonia.com.br/editora/economia/tocantins-exporta-mais-de-us-171-milhoes-no-setor-de-agronegocio/](http://portalamazonia.com.br/editora/economia/tocantins-exporta-mais-de-us-171-milhoes-no-setor-de-agronegocio/). Acessado em: 17/11/2014.

RAO, C.R . *Advanced statistical methods in biometric research*. New York: John Willey, 390 p. 1952.

RODRIGUES O.; DIDONET A.D; LHAMBY J.C.B.; BERTAGNOLLI, P.F.: *Rendimento de grãos de soja em resposta à época de semeadura*. Comunicado

Técnico Online Nº 65 - Publicações – Embrapa Trigo. Disponível em <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/109477/1/2001-comunicado-tecnico-online-65.pdf>. Acesso em 24/03/2015.

SANTOS, E.R.; SANTOS, A.F.; CAPONE, A.; SANTOS, W.R.; MOURA, S.G.; BARROS, H.B. Dissimilaridade genética entre genótipos de soja cultivados em várzea irrigada no período de entressafra. *Journal Biotechnology Biodiversity*, v. 4, n 3: p. 222-231, 2013.

SCAPIM, C. A.; CARVALHO, C. G. P; CRUZ, C. D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.30, p. 683-686, 1995.

SEDIYAMA, T.; CARDOSO, A. A.; VIEIRA, C.; ATHOW, K. L. Efeito de espaçamento entre e dentro das fileiras de plantio sobre duas variedades de soja, em Viçosa e Capinópolis. *Revista Ceres*, v. 19, n. 102, p. 89-107, 1972.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. *The Indian Journal of Genetic and a Plant Breeding*, v. 41, p. 237-245, 1981.

STÜLP, M.; BRACCINI, A.L.; ALBRECHT, L.P.; ÁVILA, M.R.; SCAPIM, C.A.; SCHUSTER, I.: Desempenho agrônômico de três cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura em duas safras. *Ciência Agrotecnológica*, v. 33, n. 5, p. 1240-1248, 2009.

CAPÍTULO II

Eficiência ambiental e teor de óleo e proteína em genótipos de soja, na safra e entressafra, na região centro sul do estado do Tocantins.

Eficiência ambiental e teor de óleo e proteína em genótipos de soja, na safra e entressafra, na região centro sul do estado do Tocantins.

Environmental efficiency and oil content and protein in soybean genotypes, in season and off season, in region south-central state of Tocantins.

Resumo- A soja, uma das principais *commodities* do Brasil, tem o óleo e o farelo como matéria prima para a produção de alimentos e ração animal. Entretanto, são escassas as informações sobre os teores de óleo e proteína de grãos de cultivares, nas diferentes épocas de plantio, sob condições de baixa latitude. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os teores de óleo e proteína, bem como a eficiência ambiental de genótipos de soja para cada uma destas características, em plantios realizados no período de safra e entressafra no Estado do Tocantins. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados, com dezessete tratamentos e três repetições. A eficiência do uso dos ambientes pelos genótipos foi avaliada através da metodologia adaptada de Fischer (1983). O genótipo 4X6-17 esteve entre os melhores resultados, para a característica teor de proteína, para as duas épocas de plantio em período de safra. O genótipo 5X3-3, quando plantado em 01/12, foi superior em mais de 40% a alguns materiais comerciais. Para a característica teor de óleo, a semeadura em 01/06 apresentou a maior média, no quesito eficiência, o maior resultado foi alcançado pelo genótipo P98Y70, para entressafra foi obtido por CD 2737 RR. Para a característica teor de proteína a maior eficiência no período de safra foi obtida pelo genótipo M 9144 RR, para entressafra M 8766RR. Os resultados permitiram concluir que a variação no período de plantio, seja safra ou entressafra, resultou na alteração da composição química dos grãos.

Palavras-chave: Épocas de plantio, híbridos de soja, composição química.

Abstract- The soybean, most commodities from Brazil, has oil and bran as raw material for the production of food and animal feed, respectively. However, information on the oil content and protein cultivars grains are scarce, in different planting dates under conditions of low latitude. Thus, this study aimed to evaluate the oil and protein levels as well as the environmental efficiency of soybean genotypes for each of these characteristics, in plantations made during the crop during and between harvests in the state of Tocantins. The design was a randomized block, with seventeen treatments and three replications. The efficiency of the use environments by genotypes was evaluated using the methodology adapted from Fischer (1983). The genotype 4X6-17 was among the best results for the characteristic protein content, for two planting dates in harvest period. The 5X3-3 genotype, when planted in 01/12, was higher by more than 40% for some commercial materials. For the characteristic oil content in the harvest, the highest efficiency was achieved by genotype P98Y70 for season the highest value was obtained by CD 2737 RR. For the characteristic protein content greater efficiency in the harvest period was obtained by genotype M 9144 RR, for off season was M 8766RR. The results showed that the variation in the planting season, either crop or off season, resulted in changing the chemical composition of the grains.

Keywords: Seasons planting, soybean hybrids, chemical composition.

INTRODUÇÃO

O Cerrado é o segundo maior bioma do país, ficando atrás somente da floresta Amazônica, com grande importância no cenário agrícola nacional e mundial.

Dentre os estados com aptidão agrícola que compõem o bioma cerrado, desponta o Tocantins como um dos mais promissores, a disponibilidade de terras e a logística de escoamento são alguns dos fatores que fazem do mesmo um local estratégico quanto ao mercado de *commodities*, entre outras atividades (Peluzio et al. 2010), por conseguinte, a soja lidera o ranking das exportações tocaninenses com aproximadamente 71% do total das exportações do estado (CONAB 2015) e lista entre as opções de investimentos, sendo a principal cultura em termos de participação no valor bruto da produção (Portal Amazônia 2014).

A cultura é considerada ainda mundialmente como a principal fonte de produção de óleos e proteínas vegetais para alimentação humana e animal (MANARA, 1988); e constitui um dos produtos de maior importância na economia brasileira, ocupando lugar de destaque na oferta de óleo para consumo interno, no arraçamento animal como principal fonte protéica, bem como, na pauta de exportação do país (SEDIYAMA et al. 1993). Também, no período entre 2000 e 2005, as exportações do complexo soja cresceram 80% (MORAES, 2006). Dada a sua importância, há intensa atividade de pesquisa dirigida à obtenção de informações para a cultura que possibilitem aumentos na produtividade e redução nos custos de produção (EMBRAPA, 2003).

A produtividade da soja é muito dependente das condições ambientais, assim, a escolha do cultivar em função da época de plantio, da região e das estratégias de manejo adotadas, reverte-se de suma importância para a obtenção

de produtividades lucrativas, sobretudo quando aliada à compreensão das limitações e/ou vantagens do ambiente de produção (PELUZIO et al. 2008). O grão de soja apresenta em sua composição aproximadamente 20% de óleo, 38% de proteína e 34% de carboidratos, além de fibras e constituintes inorgânicos (EMBRAPA, 2010), essa composição varia conforme a genética e as condições ambientais, ocasionando variações no rendimento industrial (SBARDELOTTO e LEANDRO, 2008).

Diante do exposto objetivou-se com o presente trabalho avaliar a eficiência ambiental de dezessete genótipos de soja, sendo dez materiais comerciais e sete híbridos, provenientes do programa de melhoramento genético da UFT, quanto aos teores de óleo e proteínas, quando plantados em quatro épocas, sendo duas no período de safra e duas na entressafra.

MATERIAL E MÉTODOS

No ano agrícola 2013/14, foram realizados dois ensaios de competição de cultivares de soja no Centro Agrotecnológico da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Palmas (220 m de altitude, 10°45' S e 47°14' W). As cultivares foram semeadas sob duas épocas de plantio, 01 de dezembro de 2013 (Ambiente A) e 17 de dezembro de 2013 (Ambiente B), ambos em período de safra, em solo do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. Cada época de plantio representou um ambiente distinto, foram plantados ainda mais dois ensaios, sendo um em 01 de junho de 2014 (Ambiente C) e o outro em 17 de junho de 2014 (Ambiente D), ambos em período de entressafra, os dois últimos no Campo Experimental da Universidade

Federal do Tocantins, no Campus Universitário de Gurupi (1°43'5S e 49°04' W a 280 m de altitude), em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico.

O delineamento experimental utilizado em cada ensaio foi de blocos casualizados, com 17 tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram constituídos pelas cultivares TMG 1288RR; AS3810RR; CD 2792RR; CD 251RR; CD 2737RR; STS 820RR; TMG 1180RR; M 8766RR; P 98Y70RR; M 9144RR e pelas linhagens 5X6-1; 5X6-2; 5X6-3; 4X6-12; 4X6-17; 4X6-19 e 4X5-2, desenvolvidas pelo programa de melhoramento genético da UFT.

As parcelas experimentais foram compostas por quatro fileiras de 5 m de comprimento, com espaçamento entre linhas de 0,45 m. Na colheita, foram utilizadas as duas fileiras centrais, excetuando-se 0,50m da extremidade de cada uma das mesmas, resultando em uma área útil de parcela de 3,6 m².

Foram realizadas as operações de aração, gradagem e sulcamento. O plantio das sementes e a adubação no sulco foram realizados manualmente. A adubação de plantio foi realizada conforme análise de solo (pH 5,1; K 93 mg.dm⁻³; P 5,3 mg.dm⁻³; M.O. 0,6%; CTC 5,44 e SB 59,56%) e recomendação para cultura . Houve ainda uma adubação de cobertura aos 15 dias pós-emergência quantificando um total de 100 kg.ha⁻¹ de K₂O.

No momento do plantio, foi realizado o tratamento das sementes com fungicidas, seguido de inoculação das sementes com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*. A densidade de semeadura foi realizada com intuito de se obter 14 plantas por metro linear. O controle de pragas, doenças e plantas daninhas foi realizado à medida que se fizeram necessários.

As plantas, de cada parcela experimental, foram colhidas após terem apresentado 95% das vagens maduras, ou seja, no estágio R₈ da escala de FEHR et al. (1971).

Com base na área útil da parcela, foi realizada a correção da umidade para 12%, em seguida foram separadas três amostras contendo 100 gramas dos grãos de cada parcela. Posteriormente, foi determinado o teor de óleo dos grãos (%), no laboratório do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Tocantins - Campus de Palmas, através do Método de Soxhlet, segundo INSTITUTO ADOLFO LUTZ, (1985).

A determinação de proteína foi realizada utilizando-se o método de Kjeldahl, na quantificação de nitrogênio total, conforme recomendação da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST (1975) e VITTI et al. (2001).

Em cada cultivar, utilizando os valores do teor de óleo e proteína, obtidos nos quatro ensaios, foi avaliado a eficiência das cultivares em relação aos ambientes (desfavorável e favorável), segundo metodologia adaptada de FISCHER et al. (1983), a partir do índice de eficiência IEA, obtido pela equação:

$$IEA = Y_a(D)/Y_a(F) \times Y_x(D)/Y_x(F)$$

onde:

$Y_a(D)$ é a produção da cultivar “a” sob ambiente D (“desfavorável”);

$Y_a(F)$ é a produção da cultivar “a” sob ambiente F (“favorável”);

$Y_x(D)$ é a produção média de todas as cultivares sob ambiente D;

$Y_x(F)$ é a produção média de todas as cultivares sob ambiente F.

Na definição dos ambientes, foi utilizado o índice ambiental proposto por FINLAY; WILKINSON, 1963. Por esta definição, ambiente favorável é aquele cuja média de produção dos cultivares esteja acima da média geral de todos os ensaios,

resultando em índice ambiental positivo. Por outro lado, ambiente desfavorável é aquele cuja média de produção dos cultivares esteja abaixo da média geral de todos os ensaios, resultando em índice ambiental negativo.

Os índices de IEA são utilizados para classificar as cultivares como: eficientes (índice acima da média sob ambiente F e D) e não eficientes (índice abaixo da média sob ambiente F e D), uma vez que são utilizadas as médias das cultivares sob ambientes F e D.

Foi realizada análise de variância de cada ensaio e, posteriormente, análise conjunta dos ensaios em que o menor quadrado médio residual não diferiu em mais de sete vezes do maior (CRUZ e REGAZZI, 2004).

Para o índice de eficiência, foi realizada análise de variância para caráter teor de óleo (%) e proteína (%). As médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott, ao nível de 5% de significância. Foi utilizado, ainda o teste t de Student, ao nível de significância de 5% para comparar os índices de eficiência dos cultivares com o índice geral de eficiência, após testar a normalidade dos dados pelo teste de Kolmogorov-Smirnov.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância conjunta (Tabela 1) apresentou efeito significativo para época e interação cultivar x época para todas as características, esta última indicando que os efeitos isolados dos fatores cultivares e épocas não explicam toda a variação encontrada. Assim, foram realizados os desdobramentos. Os coeficientes de variação foram baixos, indicando a boa precisão do experimento.

Tabela 1- Resumo da análise de variância conjunta de duas características agrônômicas avaliadas em 17 genótipos de soja, na safra 2013/14, na região centro-sul do estado do Tocantins.

FV	GL	Quadrados Médios	
		Teor de óleo	Proteína
Cultivar	16	15,43ns	41,97ns
Época	3	240,69*	21,89*
Cultivar X Época	48	26,32*	28,50*
Bloco/Época	8	2,69	4,11
Erro	128	2,11	4,44
Total	203		
CV(%)		7,34	6,32
Média		19,79	33,29

Teor de óleo (%); Proteína (%). ns: não significativo; * significativo ao nível de 5% pelo teste F.

O teor de óleo dos genótipos de soja, nas quatro épocas de plantio, estão apresentados na tabela 2.

Na primeira época de plantio (01/12) em Palmas, foram formados cinco grupos de médias estatisticamente distintas, sendo o maior teor de óleo obtido pelo genótipo STS 820 (24%) e o pior por 5X6-3 (13,5%). Os demais genótipos encontraram-se em grupos estatisticamente intermediários.

Para o ambiente (17/12), que corresponde à segunda época de plantio em Palmas, foram formados três grupos de médias, sendo o grupo com o maior teor de óleo representado por M 8766RR, 4X5-2, 5X6-3 e 5X6-2 com 23,5; 23,00; 23,00 e 22,83%, respectivamente. O menor teor de óleo foi obtido por As 3810 (16,00%), embora o mesmo não tenha se diferido estatisticamente de TMG 1288, CD 2792 RR, CD 251, 4X6-12, 4X6-19, 5X6-1, 4X6-17, P98Y70 e M 9144RR.

O estudo comparativo entre os genótipos, nas duas épocas de plantio em Palmas, revelou inconsistência dos resultados, onde alguns genótipos apresentaram similaridade de comportamento entre as épocas e outros um maior teor de óleo no segundo plantio (17/12). Tal similaridade de comportamento pode ter ocorrido, provavelmente, em virtude de nas duas épocas de plantio ter havido uma boa

distribuição de chuva no período de enchimento de grãos, aliado à ocorrência de temperaturas mais amenas (figura 1).

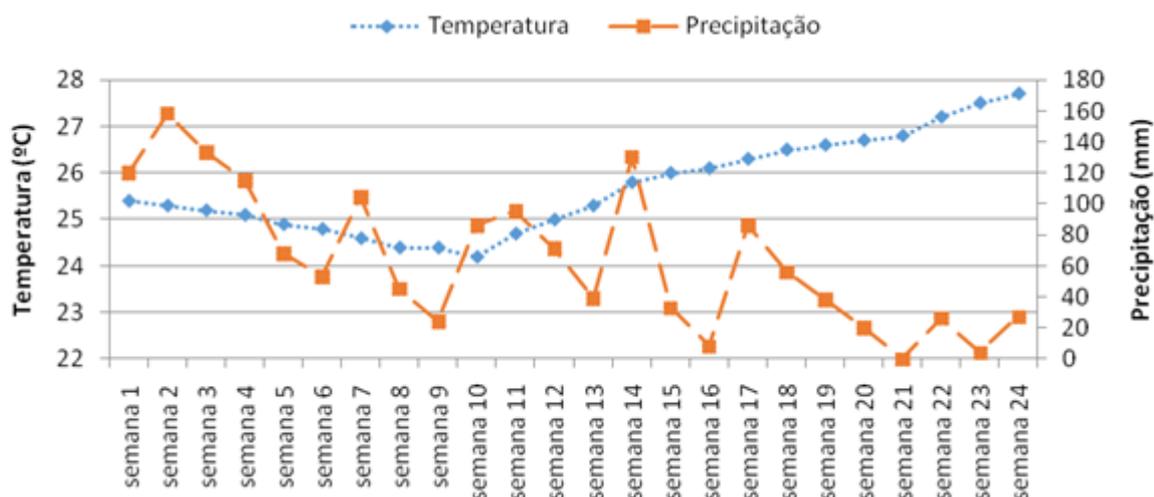


Figura 1- Médias de temperatura e precipitação no período de dezembro de 2013 a maio de 2014, em Palmas-TO.

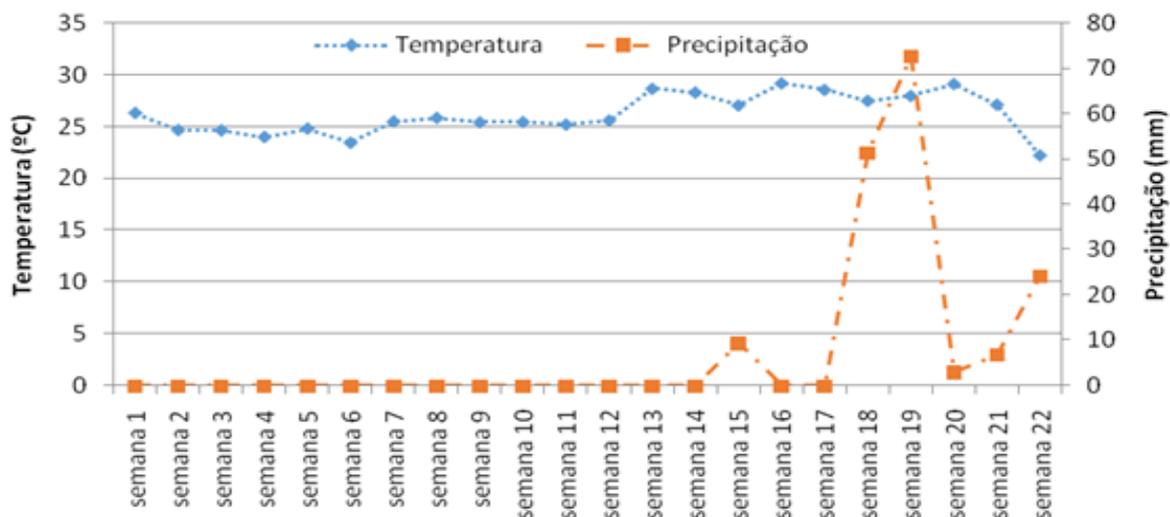


Figura 2- Médias de temperatura e precipitação no período de junho de 2014 a outubro de 2014, em Gurupi-TO.

Barbosa et al. (2011) avaliando o comportamento de cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura, também obtiveram baixos teores de óleo a medida que se protelava o plantio, os mesmos atribuíram tais resultados a altas precipitações e ao clima ameno no período reprodutivo da cultura da soja.

Tabela 2- Teor de óleo em porcentagem, nas sementes de dezessete genótipos de soja, produzidas em quatro épocas de semeadura, na safra 2013/14, em Palmas e Gurupi-TO.

Genótipo	Óleo		Óleo		Média
	Época de plantio		Época de plantio		
	01/12/2013	17/12/2013	01/06/2014	17/06/2014	
TMG 1288	19,50 Bc	18,50 Bc	19,90 Bc	27,16 Aa	21,26
AS 3810	18,00 Bc	16,00 Bc	25,10 Ab	13,03 Cd	18,03
CD 2792RR	21,50 Ab	20,00 Ac	21,96 Ac	16,96 Bc	20,10
CD 251 RR	20,50 Bc	19,00 Bc	25,60 Aa	16,86 Cc	20,49
CD 2737RR	21,00 Ab	21,00 Ab	19,96 Ac	20,23 Ab	20,55
STS 820	24,00 Aa	21,00 Bb	18,56 Cc	17,50 Cc	20,26
TMG 1180	15,83 Dd	21,00 Bb	23,96 Ab	18,66 Cb	19,86
M 8766 RR	19,50 Bc	23,50 Aa	20,13 Bc	15,33 Cd	19,61
5X6 -3	13,50 De	23,00 Ba	26,06 Aa	18,93 Cb	20,37
5X6 -2	19,50 Cc	22,83 Aa	26,40 Aa	17,06 Dc	21,45
4X6 -12	19,00 Ac	17,83 Ac	18,93 Ac	15,10 Bd	17,71
4X6 -19	17,00 Bd	18,00 Bc	20,66 Ac	20,20 Ab	18,96
5X6 -1	20,00 Ac	17,50 Bc	20,56 Ac	14,03 Cd	18,02
4X6 -17	19,50 Bc	17,00 Cc	28,16 Aa	13,86 Dd	19,63
4X5 -2	20,00 Bc	23,00 Aa	22,13 Ac	19,76 Bb	21,22
P 98Y70	18,50 Bc	18,50 Bc	23,76 Ab	18,66 Bb	19,85
M 9144RR	20,50 Bc	18,50 Bc	23,80 Ab	13,26 Cd	19,01
Média	19,25B	19,77B	22,68 A	17,45B	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical constituem grupo estatisticamente homogêneo.

Para o primeiro período de plantio na entressafra em Gurupi (01/06), houve a formação de três grupos de médias, sendo o maior valor para óleo obtido pelo genótipo 4X6-17 (28,16%), embora o mesmo não tenha se diferido estatisticamente de CD 251, 5X6-3 e 5X6-2 e os menores teores de óleo oriundos de TMG 1288, CD 2792 RR, CD 2737 RR, STS 820, M 8766RR, 4X6-12, 4X6-19, 5X6-1 e 4X5-2.

No segundo plantio em Gurupi (17/06), foram formados quatro grupos de média, onde o grupo com a maior média foi constituído pelo genótipo TMG 1288 (27,16%) e o grupo com a menor média por AS 3810, M 8766RR, 4X6-12, 5X6-1, 4X6-17 e M 9144 RR.

No estudo comparativo entre as duas épocas de plantio, foi observado que os genótipos M 8766RR, 4X6-12 e 5X6-1 apresentaram os menores valores de óleo nas duas épocas.

Em relação à média dos ensaios de entressafra, o teor de óleo dos genótipos no plantio em 01/06 foi superior em relação ao plantio de 17/06. Tal fato pode ter ocorrido devido exclusivamente ao aumento na temperatura média do ambiente (Figura 1) na fase reprodutiva da cultura, quando plantada em tal data, uma vez que devido ao período ser de entressafra, houve uso de irrigação para suprir o déficit hídrico das plantas.

Tal oscilação térmica resultou ainda na maior média de óleo entre os ambientes (safra e entressafra) e nos maiores índices em 14 dos 17 genótipos testados.

Rangel et al. (2004), Albrecht et al. (2008) e Minuzzi et al. (2009) também observaram que à medida que a temperatura média ambiente aumenta, há uma tendência natural no acúmulo de óleo nas sementes. Howell e Cartter (1953), Bewley e Black (1985), Umber Filho e Souza (1993), Hungria et al. (2000), Taiz e Zeiger (2004) e Marcos Filho (2005), discorreram também sobre o efeito isolado e/ou associado de baixa disponibilidade hídrica e altas temperaturas.

Ecofisiologicamente, os fatores ambientais podem tornar-se estressores quando não atendem satisfatoriamente a necessidade dos vegetais ou quando atingem níveis deletérios à atividade bioquímica e fisiológica da planta.

Ao observarmos a característica teor de proteínas (Tabela 3) constatamos que para o período de plantio 01/12 os genótipos subdividiram-se em três grupos estatisticamente distintos, dentro do grupo com os melhores resultados encontra-se os genótipos 5X6-3 e 4X6-17 (42,03 e 40,00 % respectivamente) e dentro do grupo com os menores resultados estão TMG 1288, AS 3810, CD 2792RR, CD 2737RR, STS 820, TMG 1180, M 8766RR e 4X5-2, os demais genótipos estão em grupos estatisticamente intermediários.

Tabela 3- Teor de proteína, em porcentagem, nas sementes de dezessete genótipos de soja, produzidas em quatro épocas de semeadura, na safra 2013/14, em Palmas e Gurupi-TO.

Genótipo	Proteína		Proteína		Média
	Época de plantio		Época de plantio		
	01/12/2013	17/12/2013	01/06/2014	17/06/2014	
TMG 1288	30,03 Bc	35,10 Aa	33,63 Ab	32,86 Ac	32,90
AS 3810	29,70 Cc	35,56 B a	31,63 Cc	42,76 Aa	34,91
CD 2792RR	32,73 Ac	34,00 Aa	33,53 Ab	33,53 Ac	33,45
CD 251 RR	31,20 Bc	34,50 Aa	36,40 Aa	36,33 Ab	34,60
CD 2737RR	31,50 Bc	35,50 Aa	32,43 Bc	36,56 Ab	34,00
STS 820	29,70 Ac	27,70 Ab	29,33 Ac	30,40 Ad	29,43
TMG 1180	30,36 Bc	34,50 Aa	28,33 Bc	27,43 Bd	30,15
M 8766 RR	30,06 Bc	34,50 Aa	33,43 Ab	33,56 Ac	32,89
5X6 -3	42,03 Aa	30,00 Bb	33,60 Bb	32,96 Bc	34,65
5X6 -2	36,00 Ab	31,50 Bb	30,80 Bc	33,13 Bc	32,85
4X6 -12	34,53 Bb	37,00 Aa	38,30 Aa	34,23 Bc	36,01
4X6 -19	35,40 Ab	31,00 Bb	32,26 Bc	38,40 Ab	34,26
5X6 -1	37,43 Ab	34,50 Aa	31,04 Bc	31,86 B c	33,71
4X6 -17	40,00 Aa	33,50 Ba	32,46 Bc	34,46 Bc	35,10
4X5 -2	33,00 Ac	31,50 Ab	28,18 Bc	28,10 Bd	30,19
P 98Y70	36,00 Ab	28,50 Bb	34,43 Ab	30,36 Bd	32,32
M 9144RR	37,50 Ab	36,50 Aa	30,60 Bc	33,70 Bc	34,57
Média	33,95 A	33,25 A	32,41A	33,57A	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical constituem grupo estatisticamente homogêneo.

Para a mesma característica, porém plantada em 17/12, sobressaiu-se o genótipo 4X6-12 com 37% de proteína, embora estatisticamente tenha sido superior apenas a STS 820, 5X6-3, 5X6-2, 4X6-19, 4X5-2 e P98Y70, com pior resultado está STS 820 27,7% de proteínas. O genótipo 4X6-17 esteve entre os superiores nas duas épocas de plantio, tornando-se uma possibilidade para quem busca um material com alto teor de proteínas para ser plantado em período de safra.

Ao analisarmos o período de entressafra, 01/06, constatamos que os genótipos dividiram-se em três grupos, o grupo estatisticamente superior foi constituído pelos genótipos 4X6-12 e CD 251 (38,30 e 36,40% respectivamente) e o grupo inferior por AS 3810, CD 2737, STS 820, TMG 1180, 5X6-2, 4X6-19, 5X6-1,

4X6-17, 4X5-2 e M 9144RR, os demais indivíduos encontram-se em um grupo intermediário.

Para o plantio em 17/06, formaram-se quatro grupos, o genótipo AS 3810 apresentou o melhor resultado (42,76%), encontrando-se estatisticamente superior aos demais, entre os genótipos inferiores estão STS 820, TMG 1180, 4X5-2 e P 98Y70. Os genótipos STS 820, TMG 1180, 4X5-2 estão entre os menores resultados nos dois ambientes, não devendo ser indicados para plantio em entressafra, para quem busca altos teores de proteína.

Tais variações na formação de grupos estatisticamente distintos entre os ambientes podem ser atribuídas a oscilação de temperatura que os genótipos sofreram em função de cada período de plantio, pois altas temperaturas tem influência negativa na fixação biológica do nitrogênio, onde a elevação da temperatura do ar, somada a radiação exacerbada no verão, aumentam a temperatura do solo, afetando os nódulos radiculares, coincidindo com a época de alta demanda de compostos nitrogenados, que é a da fase reprodutiva da cultura, resultando desta forma em baixos índices de proteína e consequentemente aumento no índice do teor de óleo, tendo em vista que uma característica tem correlação negativa com a outra.

Entre as médias dos genótipos destacam-se 4X5-2, TMG 1180 e STS 820 com as piores médias (30,19; 30,15 e 29,43% respectivamente), os dois últimos resultados podem ser explicados pelo fato dos mesmos serem materiais precoces, fator que comina com um menor período vegetativo da planta e com um menor tempo para reabilitação em caso de estresse ambiental, principalmente ligado a altas temperaturas, o que pode ter acarretado em um menor incremento de massa seca e nitrogênio, consequentemente em um menor teor de proteína. Segundo

França Neto et al. (1993) e Marcos Filho (2005) temperaturas elevadas, principalmente associadas a períodos com baixos índices pluviométricos durante a maturação, podem ocasionar maturação “forçada”, sendo produzidas, nessas condições, sementes de baixo vigor, em virtude de não se verificar a deposição natural de carboidratos, lipídios e proteínas, já que houve redução da translocação de fotoassimilados para os grãos.

A maior média foi obtida pelo genótipo 4X6-12 (36,01%), tal resultado confirma a correlação negativa entre as características teor de óleo e proteína, tendo em vista que o genótipo 4X6-12, agora com maior teor de proteína, também apresentou o menor teor de óleo.

O resumo da análise de variância da eficiência dos genótipos em relação aos ambientes, para a característica teor de óleo e proteína, encontra-se na Tabela 4. O coeficiente de variação indica boa precisão na condução dos experimentos (SCAPIM et al., 1995).

Tabela 4- Resumo da análise de variância da eficiência (EUP) de duas características agronômicas avaliadas em 17 genótipos de soja, na safra 2013/14, na região centro-sul do estado do Tocantins.

Palmas			
FV	GL	Quadrados Médios	
		Teor de óleo	Proteína
Blocos	2	0,01	0,014
Tratamentos	16	0,022*	0,069ns
Resíduo	32	0,039	0,059
Total	50		
CV(%)		7,38	9,01
Média		0,84	0,85

Gurupi			
FV	GL	Quadrados Médios	
		Teor de óleo	Proteína
Blocos	2	0,058	0,009
Tratamentos	16	0,043*	0,01*
Resíduo	32	0,007	0,003
Total	50		
CV(%)		14,79	6,60
Média		0,58	0,87

ns: não significativo; * significativo ao nível de 5% pelo teste F.

De acordo com a análise de variância, para o ambiente Palmas (safra), há diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos apenas para a característica teor de óleo, no entanto, para Gurupi há diferença para as duas características.

Ao analisarmos o índice de eficiência na tabela 5, constatamos que para a característica teor de óleo em Palmas, com exceção dos genótipos TMG 1180 (0,73) e 5X6 -3 (0,57), os demais apresentaram-se estatisticamente superiores, embora não tenha se diferido a 5% de probabilidade pelo teste f.

Tabela 5- Índice de eficiência (EUP), segundo metodologia adaptada de Fischer et al. (1983), de 17 genótipos de soja, para teor de óleo e proteína, semeados em quatro épocas, na safra 2013/14.

Genótipos	Palmas		Gurupi	
	Óleo	Proteína	Óleo	Proteína
TMG 1288	0,86 a	0,83 a	0,66 b	0,92 a
AS 3810	0,86 a	0,81 a	0,4 c	0,71 c
CD 2792RR	0,90 a	0,93 a	0,59 b	0,93 a
CD 251 RR	0,89 a	0,88 a	0,51 c	0,90 a
CD 2737RR	0,91 a	0,86 a	0,78 a	0,85 b
STS 820	0,85 a	0,80 a	0,73 a	0,94 a
TMG 1180	0,73 b	0,85 a	0,60 b	0,91 a
M 8766 RR	0,80 a	0,84 a	0,58 b	0,95 a
5X6 -3	0,57 c	0,78 a	0,56 c	0,91 a
5X6 -2	0,83 a	0,83 a	0,5 c	0,89 a
4X6 -12	0,91 a	0,90 a	0,61 b	0,81 d
4X6 -19	0,89 a	0,85 a	0,77 a	0,80 b
5X6 -1	0,84 a	0,87 a	0,52 c	0,89 a
4X6 -17	0,84 a	0,88 a	0,38 c	0,90 a
4X5 -2	0,84 a	0,89 a	0,69 a	0,83 b
P 98Y70	0,97 a	0,77 a	0,60 b	0,84 b
M 9144RR	0,85 a	0,94 a	0,42 c	0,87 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical constituem grupo estatisticamente homogêneo.

Merece respaldo o cultivar P 98Y70, com uma eficiência de 0,97, para teor de óleo em Palmas, o que mostra sua estabilidade face a variação ambiental, no outro extremo temos 5X6-3 (0,57), expressando sua baixa eficiência quando colocada em condições adversas. Ao analisarmos a eficiência quanto ao caráter teor de proteína, em Palmas, constatamos que o maior valor foi obtido pelo genótipo M 9144RR (0,94), embora não haja diferença estatística entre os tratamentos, tais resultados corroboram com os supracitados, onde os teores médios de proteína não variaram estatisticamente entre os ambientes.

Ao analisarmos a característica teor de óleo em Gurupi, observamos grande variabilidade nos resultados, tal fato ocorreu devido a diferente atuação ecofisiológica que a temperatura exerceu sobre os genótipos, conforme já demonstrado na Tabela 3. O genótipo CD 2737RR apresentou o melhor resultado (0,78), embora não tenha se diferido estatisticamente de 4X6-19, STS 820 e 4X5-2,

que por sua vez diferiram-se estatisticamente dos demais, os mesmos ainda confirmaram sua eficiência quanto ao caráter rendimento de óleo, tendo em vista que também estavam entre os genótipos superiores no ambiente Palmas. O pior resultado foi obtido por 4X6-17 (0,38), embora o mesmo não tenha se diferido estatisticamente de CD 251RR, 5X6-3, 5X6-2, 5X6-1 e AS 3810. Para a característica teor de proteína os resultados se distribuíram em quatro grupos estatisticamente distintos, no entanto, o melhor resultado foi obtido pelo genótipo M 8766RR (0,95), embora não tenha se diferido estatisticamente de TMG 1288, CD 2792RR, CD 251RR, STS 820, TMG 1180, 5X6-3, 5X6-2, 5X6-1 e 4X6-17 e o pior valor foi obtido por 4X6-12 (0,81).

CONCLUSÃO

A época de semeadura 01/06 foi responsável pela maior média de teor de óleo entre os ambientes;

O genótipo 4X6-17 esteve entre os melhores resultados, para a característica teor de proteína, para as duas épocas de plantio em período de safra;

O genótipo 5X3-3, quando plantado em 01/12, foi superior em mais de 40% a alguns materiais comerciais;

Para a característica teor de óleo na safra, a maior eficiência foi alcançada pelo genótipo P98Y70 (0,97), para entressafra o maior valor foi obtido por CD 2737RR (0,77);

Para a característica teor de proteína a maior eficiência no período de safra foi obtida pelo genótipo M 9144RR (0,94), para entressafra foi M 8766RR (0,95);

O índice de eficiência ambiental proposto foi eficaz à medida que evidenciou os genótipos que tiveram menor variação em seus teores diante das variações ambientais, demonstrando desta forma quais seriam os genótipos mais favoráveis para condições adversas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis*. Washington: 1975. 1054 p.

ALBRECHT, L.P.; BRACCINI, A. L.; ÁVILA, M.R.T.; SUZUKI, L.S.; SCAPIM, C.A.; BARBOSA, M.C. Teores de óleo, proteínas e produtividade de soja em função da antecipação da semeadura na região Oeste do Paraná. *Bragantia*, v.67, n.4, p.865-873, 2008.

BARBOSA, V.S.; PELUZIO, J.M.; AFFERRI, F.S.; SIQUEIRA, G.B.: Comportamento de cultivares de soja, em diferentes épocas de semeaduras, visando a produção de biocombustível. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 3, p. 742-749, 2011.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. *Seeds: Physiology of development and germination*. Plenum Press, 1985. 367p.

CONAB. *Acompanhamento da safra brasileira de grãos*. v.2 - Safra 2014/15, n.4 - Quarto Levantamento, p. 1-90, jan. 2015.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 3.ed. UFV. 279p. 2004.

EMBRAPA. *Tecnologias de produção de soja – Paraná – 2003/04*. Londrina: Embrapa Soja, 2003. 218p. (Sistemas de Produção, 3)

EMBRAPA - CNPSo. *Tecnologias de Produção de Soja – Região Central do Brasil 2009-2010*. (Sistemas de Produção, 13). 262 p. 2010.

FEHR, W. R., CAVINESS, R. E., BURMOOD, D. T., PENNINGTON, J. S. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* L. Merrill. *Crop Scienc* v.11, n.6, p. 929-931. 1971.

FISCHER, K. S.; JOHNSON, E. C.; EDMEDS, G. O. *Breeding and selection for drought in tropical maize*. CIMMYT. 1983.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A.; WEST, S.H.; MIRANDA, L.C. Soybean seed quality as affected by shiveling due to heat and

drought stress during seed filling. *Seed Science and Technology*, v.21, n.1., p.107-116, 1993.

HOWELL, R.W.; CARTER, J.L. Physiological factors affecting composition of soybeans. I. Correlation of temperature during certain portions of the pod filling stage with oil percentage in mature beans. *Agronomy Journal*, n.45, p.526-528, 1953.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. *Fixação biológica do nitrogênio com a cultura da soja*. In: Workshop Nitrogênio na sustentabilidade de sistemas intensivos de produção agropecuária, Dourados, MS. Anais... Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, Embrapa Agrobiologia, 2000. p.51-75, (Documentos, 128)

INMET. BDMEP – *Bancco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa*; Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acessado em: 20/03/2014.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: *métodos químicos e físicos para análise de alimentos*. São Paulo, v.1, p. 533. 1985.

MANARA, N.T.F. Origem e expansão. IN: SANTOS, O.S. (Coord.) A cultura da soja 1 – Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Globo, 1988. p. 13-23.

MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. *Fealq*, 2005. 495p.

MINUZZI, A. *et al.* Rendimento de teores de óleo e proteínas de quatro cultivares de soja, produzidas em dois locais no estado do Mato Grosso do Sul. *Ciência e Agrotecnologia*, v.33, n. 04, p. 80-93, 2009.

MORAES, M.V.P. Visão global do Mercado da soja: oportunidades e ameaças para o Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 4., 2006, Londrina. Anais... Londrina: Embrapa Soja, 2006. p.15-19.

PELÚZIO, J.M.; FIDELIS, R.R.; JÚNIOR, D.A.; SANTOS, G.R.; DIDONET, J. Comportamento de cultivares de soja sob condições de várzea irrigada no sul do estado do Tocantins, entressafra 2005. *Bioscience Journal*, v.24, n. 1, p. 75-80, 2008.

Peluzio, J. M.; Afféri, F. S.; Monteiro, F. J. F.; Melo, A. V.; Pimenta, R. S. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em várzea irrigada no Tocantins. *Revista Ciência Agrônômica*, v. 41, n. 3, p. 427-434, 2010

Portal Amazônia: *TOCANTINS EXPORTA MAIS DE US\$ 171 MILHÕES NO SETOR DE AGRONEGÓCIO*. DISPONÍVEL EM: <HTTP://WWW.PORTALAMAZONIA.COM.BR/EDITORIA/ECONOMIA/TOCANTINS-EXPORTA-MAIS-DE-US-171-MILHOES-NO-SETOR-DE-AGRONEGOCIO/>. ACESSADO EM: 17/11/2014.

RANGEL, M. A. S. *et al.* Efeito do genótipo e do ambiente sobre os teores de óleo e proteína nos grãos de soja, em quatro ambientes da Região Sul de Mato Grosso do

Sul, safra 2002/2003. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 30 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 17)

SBARDELOTTO, A.I.G.; LEANDRO G.V. Escolha de cultivares de soja com base na composição química dos grãos como perspectiva para maximização dos lucros nas indústrias processadoras. *Ciência Rural*, v.38, n.3, p.614-619. 2008.

SCAPIM, C. A.; CARVALHO, C. G. P; CRUZ, C. D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.30, p. 683-686, 1995.

SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M.G.; SEDIYAMA, C.S.; GOMES, J.L.L. Cultura da Soja, Parte I. Viçosa: UFV, 1993. 97p.

SEINF - *Secretaria de Infra-Estrutura do Estado do Tocantins*. Mapas de rodovias. Disponível em <http://www.seinf.to.gov.br/Servicos/MapasRodoviaros.aspx>. Acessado em 20/03/2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Trad.: SANTARÉM, E.R. Fisiologia vegetal. 3.ed. *Artmed*, 2004. 613p.

URBEN FILHO, G.; SOUZA, P.I.M. Manejo da cultura da soja sob cerrado: Época, densidade e profundidade de semeadura. In: ARANTES, N.E.; SOUZA, P.I.M. (Ed.). Cultura da soja nos cerrados. *Potafós*, p.216-218, 1993.

VITTI, G.C.; CAMARGO, M.A.F.; LARA, C. *Síntese de análise químicas em tecido vegetal*. Piracicaba: Departamento de Solose Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 2001.