

Estratificação e dissimilaridade ambiental em genótipos de milho no Tocantins, com adubação e safras distintas

Edmar Vinícius de Carvalho*, Flávio Sérgio Afféri, Joênes Muci Peluzio, Eliane Aparecida Rotili, Michel Antônio Dotto, Weder Ferreira dos Santos

Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, TO, Brasil
*Autor correspondente, e-mail: carvalho.ev@uft.edu.br

Resumo

O objetivo, desta pesquisa, foi avaliar o efeito da estratificação e dissimilaridade ambiental em genótipos de milho, quanto a produção de grãos e de massa verde da planta, no Tocantins, usando manejo de adubação e safra como fatores de diferenciação dos ambientes. Foram conduzidos oito experimentos em delineamento de blocos casualizados com 16 genótipos e duas repetições, cada. A massa verde da planta foi avaliada no estágio de grãos farináceos e, a de grãos, após a maturação fisiológica. A estratificação ambiental foi realizada segundo o método de Lin (1982). A dissimilaridade ambiental foi estimada pelo método de Cruz & Castoldi (1991), com obtenção das frações simples e complexa da interação GxA, além da correlação de Pearson entre os pares de ambientes. A fração complexa representou, para ambas as características, 90% da interação GxA. O manejo da adubação e a safra foram eficazes em proporcionar condições distintas de desenvolvimento dos genótipos.

Palavras Chave: *Zea mays L.*, Interação genótipo e ambiente, Estresse nutricional

Stratification and environmental dissimilarity in corn genotypes at Tocantins, with different fertilizations and seasons

Abstract

The aim was to evaluate the stratification and environmental dissimilarity effect in corn genotypes, in relation grain yield and green weight of plant, at Tocantins, they were used the fertilization management and season as factors of distinction the environments. They were conducted eight experiments with experimental design completely randomized blocks, with 16 genotypes and two replications, each one. The green weight of plant was evaluated at the flour grain stage and, the grain yield, after physiological maturation. The environmental stratification was done by Lin (1982) method. The environmental dissimilarity was done by Cruz & Castoldi (1991) method, and it was obtained the simple e complex fraction of GxE interaction, in addition was estimated the Pearson correlation between the pair of environments. The complex fraction was represented, for both characteristics, 90% of GxE interaction. The fertilization management and the season were effective to provide distinction conditions of genotype development.

Keywords: *Zea mays L.*, Genotype x environment interaction, Nutritional stress

Introdução

O milho é cultivado nas mais diversas condições ambientais no Brasil, geralmente associado às condições de estresse (Cancellier et al., 2011), tanto por agricultores que não dispõem de tecnologia, quanto aos que a utilizam intensamente. Isso pode levar a ocorrência da interação entre o genótipo e o ambiente (GxA) (Pereira et al., 2010a), que irá interferir no desempenho dos genótipos (Peluzio et al., 2012), dificultando a sua seleção e recomendação (Ribeiro & Almeida, 2011) em virtude da inconsistência das suas respostas com as variações ambientais (Garbuglio et al., 2007).

A interação GxA pode ser dividida em fração simples e complexa, onde a predominância do tipo simples revela que a classificação dos genótipos entre dois ambientes não foi alterada. Por outro lado, quando a maior parte é a do tipo complexa, houve mudanças na posição dos genótipos (Pacheco et al., 2008). Conhecer o tipo predominante na interação GxA tem importância em programas de melhoramento (Vencovsky, 1978), pela possibilidade de usar esta informação na tomada de decisão, por exemplo, desenvolvimento de genótipos a amplas condições ambientais ou a específicas (Felipe et al., 2010), o que pode minimizar o efeito da interação GxA no desempenho dos genótipos (Eberhart & Russel, 1966; Peluzio et al., 2012).

Outra maneira é através da identificação de ambientes similares (Garbuglio et al., 2007), ou seja, pela divisão de áreas heterogêneas em sub-regiões homogêneas, conduzindo programas de melhoramento para estas (Scapim et al., 2000). Este procedimento pode ser realizado pelas análises de estratificação e dissimilaridade ambiental (Lima et al., 2008; Felipe et al., 2010), que podem ser baseadas na metodologia de Lin (1982), a qual divide os ambientes em grupos homogêneos com interação GxA não significativa (Mendonça et al., 2007; Pereira et al., 2010a; Peluzio et al., 2012) ou, ainda, pela metodologia de Cuz & Castoldi (1991) através da quantificação da fração simples e complexa da interação G x A (Mendonça et al., 2007; Pereira et al., 2010a).

O uso destas análises tem como vantagem a possibilidade de redução de locais/

experimentos de avaliação de genótipos (Lima et al., 2008; Felipe et al., 2010), devido ao grande custo dos ensaios (Mendonça et al., 2007; Pereira et al., 2010a), que em algumas situações pode inviabilizar a condução dos mesmos (Oliveira et al., 2004).

Ribeiro & Almeida (2011) relatam a existência de diversos trabalhos de estratificação ambiental realizados com a cultura do milho, com a utilização de diferentes locais e safras para estas análises, em diversas regiões do Brasil, exceto na Região Norte. Scapim et al., (2000), ainda, relatam que o nível de tecnologia utilizado e o tipo de solo são fatores que afetam o ambiente. Assim, o presente trabalho teve o objetivo de analisar a estratificação e dissimilaridade ambiental em 16 genótipos de milho, quanto a produção de grãos e massa verde total de planta, na região Centro-Sul do Tocantins, usando o manejo de adubação e a safra como fatores de diferenciação dos ambientes.

Material e métodos

Foram conduzidos oito experimentos na região Centro-Sul do Estado do Tocantins no ano 2010, em Gurupi e Palmas, nos períodos de Safra (Verão) e Entressafra, em baixo e alto nível de adubação nitrogenada (Tabela 1). Cada experimento foi considerado um ambiente distinto e os ambientes de baixo e alto nível de adubação nitrogenada, como desfavoráveis e favoráveis, respectivamente.

Os municípios apresentam as seguintes características: 1) Gurupi-TO, latitude 11°43'S, longitude 49°15'O, altitude de 287 m, Latossolo Vermelho-Amarelo com textura arenosa distrófico, com as seguintes características físico-químicas na camada 0-20 cm: Matéria Orgânica (MO) = 0,4%; pH (H₂O) = 5,6; P (Mel) = 4,8 ppm; K⁺; Ca²⁺; Mg²⁺ e H+Al = 0,1; 1,2; 1,3; 3,4 cmol dm⁻³, respectivamente; Saturação de bases (V) = 42,2%. 2) Palmas-TO, latitude 10°10'S, longitude 48°21'O, altitude de 212 m. Latossolo Vermelho-Amarelo com textura arenosa distrófico, com as seguintes características físico-químicas na camada 0-20 cm: MO = 0,6%; pH (CaCl₂) = 4,9; P (Mel) = 6 ppm; K⁺; Ca²⁺; Mg²⁺ e H+Al = 0,09; 1,04; 0,43; 3,13 cmol dm⁻³, respectivamente; V = 33,3%;

Tabela 1. Descrição de oito ambientes na avaliação de 16 genótipos de milho na região Centro-Sul do Estado do Tocantins no ano de 2010

Ambiente	Safra	Município	Data de Semeadura	Adubação de Semeadura	Adubação de Cobertura
1- E NPK 0	Entressafra	Gurupi	06 jul. 2010	500 kg/ha	0 kg/ha N
2- E NPK 125				05-25-15 (NPK)	125 kg/ha N
3- E ORG 0				40 t/ha	0 kg/ha N
4- E ORG 125				(Esterco Bovino)	125 kg/ha N
5- V ORG 100	Verão	Gurupi	16 dez. 2011	40 t/ha	100 kg/ha N
6- V ORG 0				(Esterco Bovino)	0 kg/ha N
7- V NPK 125		Palmas	02 dez. 2011	500 kg/ha	125 kg/ha N
8- V NPK 0				05-25-15 (NPK)	0 kg/ha N

E = entressafra; V = verão; NPK = adubação mineral de semeadura; ORG = adubação orgânica de semeadura; 0, 100, 125 = doses em kg ha⁻¹ da adubação de cobertura nitrogenada.

O clima da região Centro-Sul do Tocantins é do tipo B1wA'a' úmido com moderada deficiência hídrica, segundo a classificação de Köppen, e os dados meteorológicos referentes ao período de condução dos experimentos estão representados na Figura 01.

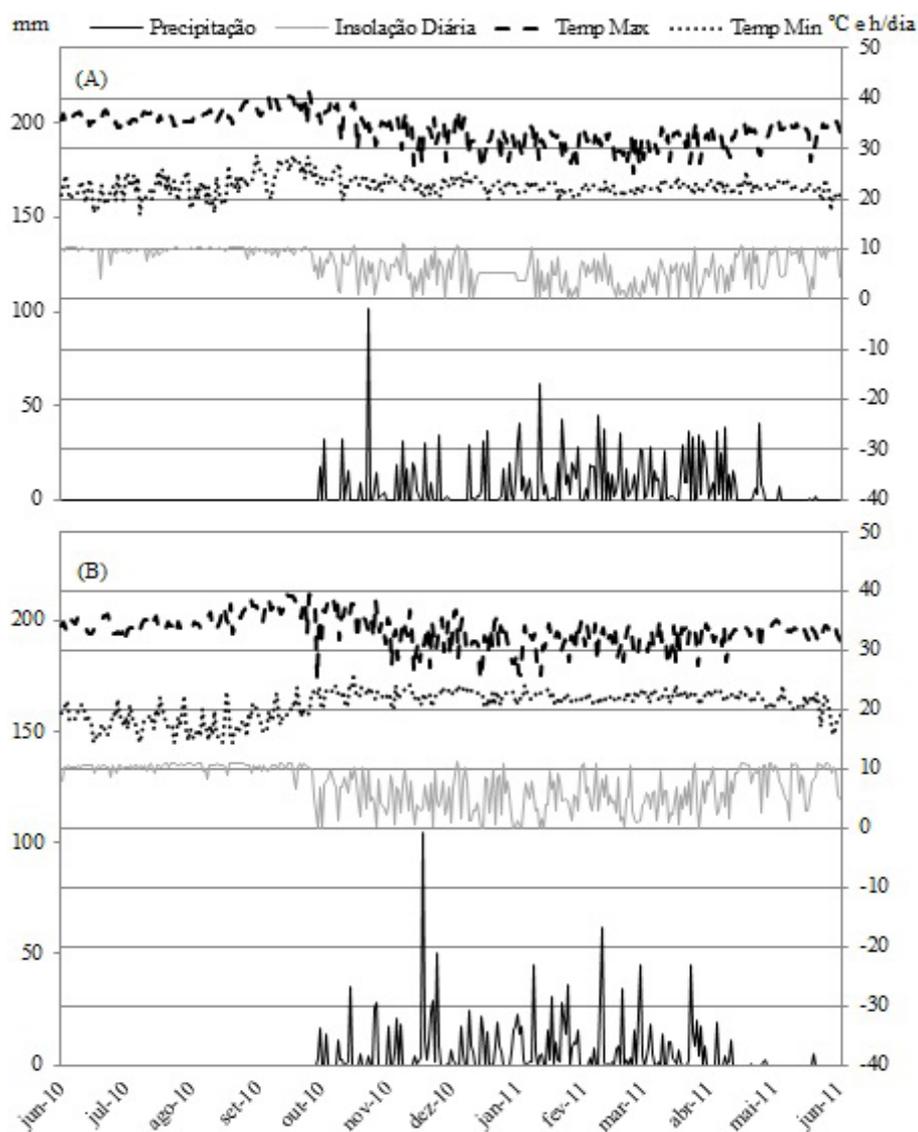


Figura 1. Precipitação (mm), Insolação diária (h/dia) e Temperaturas máximas e mínimas (°C) de junho de 2010 a junho de 2011 nos municípios de Palmas-TO (A) e Gurupi-TO (B). Fonte: Inmet (2012).

A adubação de semente orgânica foi realizada com esterco bovino, que foi aplicado 15 dias antes no sulco de plantio na entressafra, e seis dias antes na safra verão, sempre na dose de 40 t ha⁻¹, com as seguintes características: MO = 10,8%; pH (H₂O) = 7,3; P (Mel) = 720 ppm; K⁺; Ca²⁺; Mg²⁺ e H+Al = 24,9; 7,9; 8,2; 2,0 cmol dm⁻³, respectivamente; V = 91,5%. A adubação de semente mineral foi realizada com a formulação NPK 05-25-15 + 0,4% Zn na dose de 500 kg ha⁻¹.

Nos ambientes que receberam nitrogênio em cobertura, a adubação foi realizada quando as plantas estavam entre os estádios de quatro a seis folhas (V₄-V₆), utilizando uréia como fonte nitrogenada, na dose de 125 kg ha⁻¹ de N, exceto no ambiente V ORG 100, em que foi utilizada a dose de 100 kg ha⁻¹ de N. A irrigação foi utilizada somente na entressafra, por meio de aspersão convencional. Os tratamentos culturais foram efetuados a medida que se fizeram necessários, segundo Fancelli & Dourado Neto (2000).

Em cada ambiente, foram avaliados 16 genótipos de milho, sendo 12 populações experimentais desenvolvidas por *top crosses* de linhagens com testador base genética ampla (P), dois híbridos simples experimentais obtidos por meio de cruzamentos de linhagens S₅ (H) e duas testemunhas comerciais (T), sendo, um híbrido duplo e uma variedade.

O delineamento experimental utilizado, em cada experimento, foi o de blocos completos ao acaso com 16 tratamentos e duas repetições, com parcela experimental constituída por duas fileiras de quatro metros de comprimento, espaçadas por 1,0 m, com estande ideal de 20 plantas por fileira, utilizada na avaliação produção da massa verde total da planta (Massa Verde) e de grãos.

As coletas de dados aconteceram em duas fases: a primeira no ponto de grãos farináceos, onde foi avaliada Massa Verde dos genótipos, colhendo-se três plantas por parcela, com os valores expressos em g planta⁻¹; e a segunda, na mesma parcela, após a maturação fisiológica, onde foi avaliada a produção de grãos dos genótipos, colhendo-se em média espigas de cinco plantas por parcela, as quais

foram colocadas para secar antes da debulha. Os valores de produção de grãos foram expressos em g planta⁻¹, corrigidos pela umidade (13%).

Os dados coletados apresentaram distribuição normal, sendo então submetidos a uma análise de variância por experimento, obedecendo ao modelo em blocos ao acaso, e uma análise de variância conjunta, obedecendo ao critério de homogeneidade dos quadrados médios residuais. A estratificação ambiental foi realizada segundo o método de agrupamento de ambientes com base no algoritmo de Lin (1982), que consiste em estimar a soma de quadrado para a interação entre genótipos e pares de ambientes e, posteriormente, agrupar aqueles ambientes cuja interação é não significativa. Foram estimadas também a fração simples e a complexa da interação genótipo e ambiente, de acordo com o método de Cruz & Castoldi (1991) e, por fim, a correlação de Pearson entre os pares de ambientes avaliados. Todas as análises foram feitas tanto para a produção de grãos e de Massa Verde.

Resultados e discussão

Nas duas características estudadas, foram encontrados efeitos significativos para a interação entre genótipos e ambientes (GxA) (Carvalho 2012). Isso pode indicar resposta diferenciada dos genótipos em cada ambiente, e diversidade ambiental, como a altitude, o tipo de solo, a temperatura, e a disponibilidade hídrica (Mendonça et al., 2007, Lima et al., 2008). Fatos que justificam a análise de estratificação ambiental.

Na produção de grãos (Grãos), pela análise de estratificação ambiental baseada no método de Lin (1982), houve a distribuição dos ambientes em três grupos, onde o grupo A foi composto pelos ambientes 7 (V NPK 125), 8 (V NPK 0), 5 (V ORG 100), 6 (V ORG 0), 4 (E ORG 125), 3 (E ORG 0), e 2 (E NPK 125), o grupo B pelos ambientes 1 (E NPK 0) e 3 e, o grupo C, ambientes 1 e 4. Na produção de massa verde total da planta (Massa Verde), os ambientes foram distribuídos somente num único grupo, composto pelos ambientes 7, 8, 6, 5, 3, 4 e 1 (Tabela 2), exceto o ambiente 2, o qual não faz parte de nenhum grupo para esta característica.

Tabela 2. Agrupamento dos oito ambientes de avaliação de 16 genótipos de milho, baseado na produção de grãos ou na de massa verde total da planta no ano de 2010, segundo o método proposto por Lin (1982).

Grupo	Ambientes	QM do Erro ¹ (x10 ³)	F _{cal} ²	F _{tab} ³
Produção de Grãos				
A	7, 8, 5, 6, 4, 3 e 2	0,27	1,18	1,37
B	1 e 3	0,21	0,91	1,75
C	1 e 4	0,35	1,53	1,75
Produção de Massa Verde Total da Planta				
A	7, 8, 6, 5, 3, 4 e 1	13,24	1,36	1,37

¹Quadrado médio do erro; ²F calculado; ³F tabelado, a 5% de probabilidade.

Por este método, os grupos são formados pelos ambientes em que a GxA é não significativa pelo Teste F. Primeiro é feito o teste entre pares de ambientes e, depois, a tentativa de inclusão de ambientes no grupo formado, a qual é feita pela significância do teste F. Quando não há significância inclui-se o ambiente, e quando ocorre, inicia-se o novamente teste entre pares de ambientes para formação de novo grupo (Pacheco et al., 2008, Pereira et al., 2010b).

O agrupamento de ambientes tão distintos quanto à adubação e safra num mesmo grupo pode estar relacionado à eficiência baixa do método em detectar este fato quando feitos num mesmo local (Peluzio et al., 2012), o que pode tornar este menos rigoroso na separação dos ambientes (Ribeiro & Almeida, 2011).

Oliveira et al. (2004) e Peluzio et al. (2012) relatam que nos ambientes classificados no mesmo grupo, a resposta dos genótipos é similar, podendo reduzir os ambientes similares a somente um, escolhendo o mais conveniente a cada situação em avaliações futuras. No entanto, diversos autores utilizam três ou mais métodos simultaneamente para confirmar o agrupamento dos ambientes, conforme encontrado nos trabalhos de Garbuglio et al. (2007), Pereira et al. (2010a), Ribeiro & Almeida (2011), entre outros, que além de utilizarem o método tradicional, baseado em Lin (1982), também estimaram a fração simples da GxA de acordo com o método de Cruz & Castoldi (1991) e a correlação de Pearson entre os ambientes.

Na produção de grãos, os pares de ambientes (3 e 4) e (7 e 8), presentes no grupo

A (Tabela 2), foram os que apresentaram alta percentagem da GxA atribuída a fração simples (51,39% e 54,95%, respectivamente) e também correlação de Pearson significativa ($r = 0,76^{**}$ e $0,80^{**}$, respectivamente). No grupo B, o par de ambientes 1 e 3, também apresentou resultados semelhantes, com 51,20% da GxA atribuída a fração simples e, $r = 0,73^{**}$ (Tabela 3). Isto, segundo Pereira et al. (2010a), confirma a semelhança da classificação dos genótipos nesses ambientes. Na massa verde, os ambientes 3 e 8, 5 e 6, 5 e 8 foram os que apresentaram GxA predominantemente simples (% PS > 50) e correlação de Pearson significativa, o que confirma a similaridade entre estes ambientes.

Assim, reagrupando os ambientes, teríamos três grupos para cada característica, sendo: produção de grãos, grupo A (ambientes 3 e 4), grupo B (ambientes 1 e 3), e grupo C (ambientes 7 e 8); massa verde, grupo A (ambientes 3 e 8), grupo B (5 e 6), e grupo C (5 e 8).

Esses resultados mostram que certas condições ambientais foram realmente distintas, ou seja, os principais fatores da separação dos ambientes. Por exemplo, com relação a safra, os ambientes da safra verão não foram similares aos da entressafra em ambas as características, exceto numa combinação (ambientes 3 e 8) para a Massa Verde. Outro exemplo, é de que os ambientes que receberam nitrogênio em cobertura (diferenciando-se pela safra e adubação de semeadura), também, não foram similares, em ambas as características.

Garbuglio et al. (2007) relatam que a formação de novos grupos de ambientes ou até mesmo a inclusão de ambientes nos grupos pode não ocorrer quando a maior parte da GxA é do tipo complexa. Afirmação que explica a não inclusão do ambiente 2 no Grupo A, quanto a Massa Verde (Tabela 2), pois este apresentou maior parte da GxA atribuída da fração complexa em todas as combinações com os outros ambientes, e coeficiente de correlação baixo (Tabela 3).

Neste sentido, verifica-se: (i), em avaliações iniciais de genótipos de milho, poderão ser utilizados os ambientes 3, na quantificação da produção de grãos, em

Tabela 3. Estimativas da fração simples e complexa da interação genótipos x ambientes (%FS e %FC, respectivamente) e da correlação entre ambientes (r) entre os pares de ambientes de avaliação (A₁ e A₂) de 16 genótipos de milho, baseado na produção de grãos (Grãos) ou na de massa verde total da planta (Massa Verde) no ano de 2010

Pares Ambientes		Grãos			Massa Verde		
A ₁	A ₂	%FS	%FC	r	%FS	%FC	r
1	2	13,70	86,30	0,19	-14,09	114,09	-0,36
1	3	51,20	48,80	0,73 **	-13,89	113,89	-0,32
1	4	34,67	65,33	0,53 *	19,49	80,51	0,35
1	5	23,37	76,63	0,28	-2,43	102,43	-0,05
1	6	13,64	86,36	0,12	20,82	79,18	0,19
1	7	16,43	83,57	0,26	6,77	93,23	-0,09
1	8	13,53	86,47	0,20	-4,02	104,02	-0,40
2	3	34,19	65,81	0,56 *	3,65	96,35	0,06
2	4	40,24	59,76	0,64 **	4,12	95,88	0,00
2	5	19,52	80,48	0,34	17,46	82,54	0,27
2	6	20,87	79,13	0,36	12,10	87,90	-0,15
2	7	23,90	76,10	0,42	10,08	89,92	-0,23
2	8	13,44	86,56	0,25	22,34	77,66	-0,10
3	4	51,39	48,61	0,76 **	-12,54	112,54	-0,31
3	5	33,22	66,78	0,51 *	26,42	73,58	0,44
3	6	19,72	80,28	0,31	41,31	58,69	0,39
3	7	26,00	74,00	0,45	18,69	81,31	0,00
3	8	23,93	76,07	0,42	50,82	49,18	0,43
4	5	45,77	54,23	0,68 **	-3,11	103,11	-0,07
4	6	22,57	77,43	0,37	-5,22	105,22	-0,26
4	7	26,41	73,59	0,46	2,69	97,31	-0,12
4	8	13,32	86,68	0,25	-2,24	102,24	-0,31
5	6	24,57	75,43	0,43	52,84	47,16	0,62 **
5	7	36,52	63,48	0,57 *	47,95	52,05	0,54 *
5	8	45,88	54,12	0,68 **	51,39	48,61	0,52 *
6	7	32,41	67,59	0,51 *	18,41	81,59	0,33
6	8	24,62	75,38	0,41	8,80	91,20	0,15
7	8	54,95	45,05	0,80 **	47,06	52,94	0,71 **

* e ** Correlação significativa a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

condições de entressafra; e os ambientes 5 e 8, para Massa Verde, em condições de safra verão. Segundo Ribeiro & Almeida (2011), ambiente que foi similar a vários outros, pode ser utilizado dessa forma; (ii), a possibilidade redução de oito para cinco ambientes na avaliação da produção de grãos, sendo dois em condições de entressafra e três em safra verão e; (iii), a de redução oito para seis ambientes na Massa Verde, podendo ser três em condições de entressafra e três em safra verão, ou quatro e dois, respectivamente.

A fração complexa representou, para ambas as características, 90% GxA (Tabela 3), o

que segundo Pereira et al. (2010a) revela grandes diferenças entre ambientes e a necessidade de avaliação dos genótipos em diversas condições. Estes autores na avaliação de genótipos de feijão em 15 ambientes (diferenciados por locais, épocas e safras) encontraram resultados semelhantes, com 94% da GxA atribuída a fração complexa. Mendonça et al. (2007) em 15 ambientes (safras e locais) na avaliação de genótipos de soja encontraram 92% da GxA do tipo complexa. Garbuglio et al. (2007) em 22 ambientes (safras e locais) encontraram 87%, e Pacheco et al. (2008) em 10 ambientes (safras

e locais), 100%, ambos trabalhos com genótipos de milho. Por fim, Ribeiro & Almeida (2011), em 10 ambientes numa mesma safra, encontraram 96% e 100% em dois conjuntos de genótipos de milho.

O manejo da adubação (de semeadura e cobertura) e o período de condução dos experimentos (verão e entressafra) resultaram em comportamento diferencial dos genótipos de milho. Neste sentido, a baixa correlação entre os ambientes de mesma época e local de instalação, revela a importância das diferentes doses de adubação nitrogenada em cobertura e épocas de plantio no desempenho dos genótipos.

Conclusões

Os ambientes favoráveis, em avaliações iniciais de genótipos de milho visando à produção grãos e massa verde, seriam: ambiente 3 (grãos) e, ambientes 5 e 8 (massa verde). O manejo da adubação (de semeadura e cobertura) e o período de plantio de safra (verão e entressafra) foram eficazes em proporcionar condições distintas de desenvolvimento dos genótipos avaliados. O método de Cruz & Castoldi (1991) foi mais rigoroso na formação de grupos de ambientes similares que o de Lin (1982).

Agradecimentos

A CAPES pelas bolsas de estudos (PNPD e ao primeiro autor) e a CNPq pelo financiamento do projeto.

Referências

Cancellier, L.L., Afférrri, F.S., Carvalho, E.V., Dotto, M.A., Leão, F.F. 2011. Eficiência no uso do nitrogênio e correlação fenotípica em populações tropicais de milho no Tocantins. *Revista Ciência Agronômica* 42: 139-148.

Carvalho, E.V. 2012. *Avaliação do potencial produtivo de grãos e massa verde de genótipos de milho no Estado do Tocantins*. 41 f. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, Brasil.

Cruz, C.D., Castoldi, F.L. 1991. Decomposição da interação genótipo x ambientes em partes simples e complexa. *Revista Ceres* 38: 422-430.

Eberhart, S.A., Russel, W.A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop science* 6: 36-40.

Fancelli, A.L., Dourado Neto, D. 2000. *Produção de milho*. Agropecuária, Guaíba, Brasil, 360p.

Felipe, C.R.P., Duarte, J.B., Camarano, L.F. 2010. Estratificação ambiental para avaliação e recomendação de variedades de milho no Estado de Goiás. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 40: 186-199.

Garbuglio, D.D., Gerage, A.C., Araújo, P.M., Fonseca Júnior, N.S., Shioga, O.S. 2007. Análise de fatores e regressão bissegmentada em estudos de estratificação ambiental e adaptabilidade em milho. *Pesquisa agropecuária brasileira* 42: 183-191.

Lima, W.F., Pípolo, A.E., Moreira, J.U.V., Carvalho, C.G.P., Prete, C.E.C., Arias, C.A.A., Oliveira, M.F., Souza, G.E., Toledo, J.F.F. 2008. Interação genótipo-ambiente de soja convencional e transgênica resistente a glifosato, no Estado do Paraná. *Pesquisa agropecuária brasileira* 43: 729-736.

Lin, C.S. 1982. Grouping genotypes by cluster method directly related to genotype-environment interaction mean square. *Theoretical and Applied Genetics* 62: 277-280.

Mendonça, O., Carpentieri-Pípolo, V., Garbuglio, D.D., Fonseca Júnior, N.S. 2007. Análise de fatores e estratificação ambiental na avaliação da adaptabilidade e estabilidade em soja. *Pesquisa agropecuária brasileira* 42: 1567-1575.

Oliveira, J.S., Souza Sobrinho, F., Fernandes, S.B.V., Wunsch, J.A., Lajús, C.A., Dufloth, J.H., Zanatta, J.C., Moletta, J.L., Pereira, A.V., Ledo, F.J.S., Botrel, M.A., Avad, M.V. 2004. Estratificação de ambientes, adaptabilidade e estabilidade de híbridos comerciais de milho para silagem no sul do Brasil. *Ciência rural* 34: 997-1003.

Pacheco, C.A.P., Silva, H.D., Santos, M.X., Guimarães, P.E.O., Parentoni, S.N., Gama, E.E.G., Scapim, C.A., Meirelles, W.F., Carvalho, H.W.L., Vieira Júnior, P.A.V. 2008. Environmental stratification based on a 28 x 28 diallel of open-pollinated maize varieties. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 8: 259-264.

Peluzio, J.M., Gerominni, G.D., Silva, J.P.A., Afférrri, F.S., Vendruscolo, J.B.G. 2012. Estratificação e dissimilaridade ambiental para avaliação de cultivares de soja no Estado do Tocantins. *Bioscience Journal* 28: 332-337.

Pereira, H.S., Melo, L.C., Faria, L.C., DelPeloso, M.J., Wendland, A. 2010a. Estratificação ambiental na avaliação de genótipos de feijoeiro-comum tipo Carioca em Goiás e no Distrito Federal. *Pesquisa agropecuária brasileira* 45: 554-562.

Pereira, H.S., Melo, L.C., Faria, L.C., Díaz, J.L.C., Del Peloso, M.J., Wendland, A. 2010b. Environmental

stratification in Paraná and Santa Catarina to evaluate common bean genotypes. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 10: 132-139.

Ribeiro, J.Z., Almeida, M.I.M. 2011. Estratificação ambiental pela análise da interação genótipo x ambiente em milho. *Pesquisa agropecuária brasileira* 46: 875-883.

Scapim, C.A., Oliveira, V.R., Bracicni, A.L., Cruz, C.D., Andrade, C.A.B., Vidigal, M.C.G. 2000. Yield stability in maize (*Zea mays* L.) and correlations among the parameters of the Eberhart and Russel, Lin and Binns and Huehn models. *Genetics and Molecular Biology* 23: 387-393.

Vencovsky, R. 1978. Herança quantitativa. In: Paterniani, E. (ed.) *Melhoramento e produção do milho no Brasil*. Fundação Cargill, Campinas, Brasil, p. 122-201.