



Influência do sistema de integração sobre os componentes agrônômicos e a produtividade do milho¹

Perlon Maia dos Santos⁽²⁾; Durlval Nolascos da Neves Neto⁽²⁾; Marcos Odilon Rodrigues⁽²⁾; Aridouglas dos Santos Araújo; Leonardo Bernades Taverny de Oliveira⁽²⁾; Antonio Clementino dos Santos⁽³⁾

⁽¹⁾ Núcleos de Excelência/PRONEX. Apoio Financeiro nº 015/2011 - Secretaria do Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação-Tocantins – CNPQ. ⁽²⁾ Estudante de Doutorado do Programa de Pós Graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Tocantins - EMVZ. Araguaína – TO. perllon_zoo@yahoo.com.br

⁽³⁾ Professor Pesquisador Adjunto III da Universidade Federal do Tocantins - EMVZ.

RESUMO: A crescente competitividade no setor rural exige a substituição do modelo produtivo tradicional por sistemas que possibilitem a maximização do uso do solo. O objetivo foi avaliar os componentes produtivos da cultura do milho em diferentes sistemas de produção em dois anos agrícolas. Os tratamentos foram constituídos por milho formado convencionalmente e via integração com cultivares de *Brachiaria* e sistema de rotação de cultura milho/milheto/milho. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x2+1, sendo três sistemas de manejo (convencional, integração com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu ou Piatã); dois anos agrícolas (2010/2011 e 2011/2012); mais um tratamento adicional (milho/milheto/milho), com quatro repetições. As variáveis avaliadas foram: comprimento e diâmetro de espiga, número de grãos por espiga, estande final de plantas e produção de grãos de milho por planta e hectare. Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva, seguido da análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste F ao nível de 5% de significância. Em relação ao tratamento adicional, quando significativo foi utilizado o teste de Dunnett a 5% de significância. O ano agrícola de 2011/2012 apresentou maior ($P < 0,05$) comprimento e diâmetro de espiga, número de grãos por espiga e estande final de plantas, culminando em maior produtividade por planta e hectare. No entanto, os sistemas de produção não afetaram os componentes produtivos da cultura do milho.

Termos de indexação: cultivo consorciado, integração lavoura-pecuária, sistema sustentável.

INTRODUÇÃO

O sistema de integração lavoura-pecuária, surge como alternativa técnica que visa a sustentabilidade e desenvolvimento do setor rural, envolvendo o cultivo de culturas anuais e a produção pecuária em pastejo, visando gerar resultados socioeconômicos e ambientais positivos (Allen et al., 2007). Estas

vantagens se tornam possíveis devido ao uso sucessivo e contínuo das áreas, ao aumento de rendimento agrícola e pecuário e à redução de custos de produção, proporcionados pelas melhorias químicas, físicas e biológicas do solo (Balbinot Júnior et al., 2009).

Dentre as modalidades de integração lavoura-pecuária utilizadas no Brasil, destaca-se o cultivo consorciado de espécies forrageiras tropicais, como a *Brachiaria brizantha* com culturas como milho, milheto, sorgo, soja e arroz (Silva et al., 2008).

O sistema integrado de produção tem sido objeto de estudo por vários pesquisadores (Cruz et al., 2009; Pariz et al., 2011) os quais relataram que, no geral, a presença da forrageira não diminuiu a produtividade de grãos de milho. Mesmo sendo alvo de diversos estudos, a maioria dos trabalhos com sistemas integrados avaliam a utilização do capim-Marandu, *Brachiaria decumbens* e *ruziziensis* sob Latossolo Amarelo e Vermelho, faltando informações e trabalhos utilizando novos cultivares em Neossolo Quartzarênico no âmbito da Amazônia Legal.

Buscando respaldar o sistema de integração lavoura-pecuária, objetivou-se avaliar a influência do sistema de rotação milho/milheto/milho e sistemas integrados com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e Piatã sobre os componentes produtivos da cultura do milho em anos sucessivos de produção, além da viabilidade de utilização dos cultivares Marandu e Piatã nesses sistemas de produtivos em Neossolo Quartzarênico.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins – UFT, Araguaína – TO, nas coordenadas geográficas 07°12'28" Sul e 48°12'26" Oeste. A vegetação natural é caracterizada pelo ecótono Floresta Amazônica-Cerrado. A altitude média é de 240 m e o clima da região, segundo a classificação de Köppen, é AW – Tropical de verão úmido. A região apresenta estação seca e chuvosa bem



definida e precipitação média anual de 1800 mm e temperatura média de 29°C. A área utilizada vinha de pousio de dois anos e meio, tendo vegetação predominante de plantas rasteiras e o solo classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico típico (Embrapa 2006).

Os dados das variáveis ambientais (**Tabela 1**) foram coletados durante todo o período experimental na Estação Agrometeorológica localizada na UFT, Araguaína – TO.

Tabela 1 – Médias mensais da temperatura máxima, mínima e média e precipitação pluvial no período experimental

Ano/Mês	Variável	T. Má. (°C)	T. Mí. (°C)	T. Mé. (°C)	Prec. (mm)
2011	Janeiro	31,1	21,5	25,2	280,8
	Fevereiro	30,7	21,3	24,7	295,1
	Março	31,3	21,9	25,5	239,2
	Abril	30,9	21,5	25,2	202,1
	Dezembro	30,7	21,2	25,5	110,9
Média		30,9	21,5	25,2	225,6
2012	Janeiro	29,7	21,1	24,5	304,4
	Fevereiro	30	20,3	24,2	266,3
	Março	31,2	20,8	25,1	170,1
Média		30,3	20,7	24,6	246,9

(T. Má.) Temperatura máxima; (T. Mí.) Temperatura mínima; (T. Mé.) Temperatura média; (Prec.) Precipitação.

Posteriormente a caracterização do solo da área foi feita a correção distribuindo de forma homogênea 1,5 toneladas ha^{-1} de calcário dolomítico. Nas adubações, formação e cobertura, foram utilizadas como fonte de Nitrogênio, P_2O_5 e K_2O a Uréia, Superfosfato Simples e Cloreto de Potássio, respectivamente. A adubação fosfatada, em todos os tratamentos, foi feita a lanço de forma homogeneia em toda a parcela utilizando 100 $kg\ ha^{-1}$ de fertilizante. Enquanto, que o Nitrogênio (120 $kg\ ha^{-1}$ de fertilizante) e o Potássio (120 $kg\ ha^{-1}$ de fertilizante), foram aplicados rentes às linhas da cultura do milho em três aplicações.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x2+1. O primeiro fator: três sistemas de produção (convencional, integração com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu ou Piatã); o segundo fator: dois anos agrícolas (2010/2011 e 2011/2012); o tratamento adicional: rotação de cultura (milho seguido de milho no primeiro ano agrícola e milho no segundo ano agrícola), com quatro repetições.

A implantação dos sistemas de integração lavoura-pecuária, quando foram incluídas no sistema a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e Piatã, se deram 21 dias após a semeadura das culturas principais e utilizou-se linhas duplas para as braquiárias, espaçadas 30 cm da cultura anual e 20 cm entre as linhas da gramínea forrageira.

O material genético do milho utilizado foi à

variedade Robusto. O plantio foi efetuado manualmente em sulcos de 5 cm de profundidade com espaçamento entre linhas de 0,80 m. Após 20 dias de plantio foi realizado desbaste nas linhas com a finalidade de ajustar a população de plantas para cinco plantas por metro linear, resultando em 62.500 plantas ha^{-1} . As plantas de milho foram colhidas quando a “linha de leite” estava com 50% do grão. No controle de plantas invasoras, realizou-se capina manual aos 20 dias após a semeadura.

Em relação ao milheto, foi utilizada o híbrido de duplo propósito ADR 7020, o plantio efetuado manualmente em sulcos de 5 cm de profundidade com espaçamento entre linhas de 0,40 m e densidade de 20 sementes puras viáveis por metro linear. Após, a área formada, o material não foi retirado, mantendo-o como cobertura do solo.

Os componentes produtivos avaliados foram: comprimento e diâmetro de espiga, número de grãos por espiga, estande final de plantas, produção de grãos de milho por planta e por hectare.

O estande final de plantas foi calculado através do número de plantas na área útil da parcela, 7,2 m^2 (3,0 m x 2,4 m), o valor transformado em plantas ha^{-1} . Após colheita das espigas foram mensurados: comprimento e diâmetro de espigas, com o auxílio de régua. A produtividade de grãos por planta foi mensurada quando se fez a contagem de grãos por espiga, e a produtividade por hectare pela pesagem dos grãos da área útil de cada parcela, posteriormente extrapolando os valores para a área de um hectare, após a realização da correção de umidade dos grãos para 13%.

Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva para caracterização e testar quanto a sua normalidade, seguido da análise de variância e, quando significativos ($P < 0,05$) foi realizada a comparação de médias pelo teste F a 5% de significância para os efeitos principais e do desdobramento da interação quando necessário. Em relação ao tratamento adicional, quando significativos ($P < 0,05$) foi realizada a comparação de médias pelo teste de Dunnett a 5% de significância.

RESULTADOS

À avaliação para caracterização dos parâmetros produtivos desta gramínea cereal tiveram efeitos diferenciados em função do ano agrícola (2010/2011 ou 2011/2012), no entanto, não foram influenciados pelos sistemas de produção (convencional, integração com Marandu ou Piatã) (**Tabela 2**).

Analisando os dados médios obtidos no estudo, em relação ao comprimento (CE) e diâmetro (DE) de espiga e número de grãos por espiga (NGE), nota-se, comportamento parecido em ambas as



variáveis. Estas foram influenciadas ($P < 0,05$) apenas pelos anos agrícolas, e não pelos métodos de produção, tendo maiores valores no ano 2011/2012. Este resultado é reforçado, quando se observa o comportamento do tratamento adicional, o qual, independente do sistema produtivo e em ambas as variáveis, não diferem ($P > 0,05$) dos valores obtidos no segundo ano agrícola (**Tabela 2**).

O estande final de plantas (EFP) foi a única variável que apresentou interação entre os anos agrícolas vs sistemas de produção. Mesmo havendo tendência de maiores números de plantas no sistema convencional, entre os sistemas de produção, não houve diferença ($P > 0,05$) em relação ao EFP, em ambos os anos agrícolas (**Tabela 2**). Como nas outras variáveis, o EFP, não apresentou diferença ($P > 0,05$) entre os sistemas de produção.

A produção de grãos por planta e por área apresentaram resultados parecidos, o segundo ano agrícola obteve maior ($P < 0,05$) produtividade em comparação ao ano de 2010/2011. No que se refere ao tratamento adicional, com exceção da produção de grãos por hectare, em que este não apresentou diferença ($P > 0,05$) ao sistema convencional no primeiro ano agrícola, os demais resultados acompanharam os resultados expressos no CE, DE, NGE e EFP, não diferiu ($P > 0,05$) dos sistemas de produção no ano agrícola de 2011/2012 (**Tabela 2**).

DISCUSSÃO

O bom arranjo espacial das plantas de milho, bem como o espaçamento entre linhas e o estande final de plantas promoveram melhor desenvolvimento das plantas, conseqüentemente, maior competição com a forrageira (Borghi & Crusiol, 2007). Isto levou a não diferenciação ($P > 0,05$) entre os métodos de produção para as características produtivas. Plantas espaçadas equidistantes minimizam sua competição por nutrientes, luz, água e outros fatores, contribuindo para o melhor desenvolvimento das espigas.

A não diferenciação dos componentes morfológicos da espiga, entre os sistemas de produção (**Tabela 2**), são condizentes com os normalmente encontrado na literatura (Pariz et al., 2011), mesmo sendo obtidos em realidades diferentes, pois a maioria dos trabalhos são desenvolvidos sob Latossolos Amarelos e Latossolos Vermelhos.

Em relação ao EFP, resultados encontrados por Silva et al. (2008) e Cruz et al. (2009) corroboram os encontrados no presente estudo, em que, não houve diferença ($P > 0,05$) entre os sistemas de produção. Quando se analisa de forma conjunta os resultados obtidos no estudo (**Tabela 2**), observa-se, que a maior produção de grãos por planta e por hectare no ano agrícola de 2011/2012, em relação

ao de 2010/2011, e a não diferenciação ($P > 0,05$) dos sistemas de produção convencional, integrado e rotação de cultura no segundo ano agrícola, são proporcionados, dentre outros fatores, pelo maior CE, DE, NGE e EFP (**Tabela 2**).

De modo geral, a manutenção da produtividade observada no presente estudo, em relação aos métodos de produção, foi proporcionada principalmente, pela introdução tardia da forrageira no sistema, permitindo a planta de milho alcançar maior porte e arquitetura foliar propícia ao fechamento da entrelinha, diminuindo, assim, a incidência de luz, dificultando o estabelecimento das *Brachiarias*. Devido o metabolismo C_4 , característica que as tornam exigentes por luz, as *Brachiaria brizantha* são influenciadas pelo sombreamento das culturas cereais (Dias Filho, 2002).

A melhora das variáveis produtivas e da produtividade de grãos no segundo ano agrícola, esta relacionada, a já conhecida melhoria nas características químicas do solo, proporcionadas pelos sistemas integrados e rotação de culturas (Balbinot Júnior et al., 2009). Além disso, quanto melhor a fertilidade do solo, melhor o desenvolvimento do milho, conseqüentemente, maior seu poder de concorrência.

CONCLUSÕES

Os sistemas de produção rotação de cultura e integração lavoura-pastagem, não influenciam de forma negativa os componentes produtivos da cultura do milho.

Sistemas de produção, independente se convencional ou integrado, com mais de um ano agrícola melhora os índices produtivos do milho.

A *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e Piatã não reduzem os índices produtivos do milho no sistema integrado em Neossolo Quartzarênico.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao Programa de Apoio a Núcleos de Excelência/PRONEX. Apoio Financeiro nº 015/2011 - Secretaria do Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação-Tocantins/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) – pelo financiamento.

REFERÊNCIAS

ALLEN, V. G.; BAKER, M. T.; SEGARRA, E.; BROWN, C. P. Integrated irrigated crop-livestock systems in dry climates. *Agronomy Journal*, 99: 346-360, 2007.

BALBINOT JÚNIOR, A. A.; MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-



pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. *Ciência Rural*, 39: 1925-1933, 2009.

BORGHI, E. & CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42: 163-171, 2007.

CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. S.; BICUDO, S. J.; SANTOS, J. R.; ALBUQUERQUE, A. W.; MACHADO, C. G. Consórcio de milho e *Brachiaria decumbens* em diferentes preparos de solo. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 31: 633-639, 2009.

DIAS FILHO, M. B. Photosynthetic light response of C₄ grasses *Brachiaria brizantha* in *Brachiaria humidicola* under shade. *Scientia Agricola*, 59: 65-68, 2002.

Empresa brasileira de pesquisa agropecuária – EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa produção de informação, 2006. 306p.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M. V.; BERGAMASCHINE, A. F.; MELLO, L. M. M.; LIMA, R. C. Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura-pecuária. *Ciência Rural*, 41: 875-882, 2011.

SILVA, E. T.; CUNHA, J. L. X. L.; MADALENA, J. A. S.; SILVA, J. A. C.; SILVA, W. T. Produção de milho (*Zea mays* L.) em consórcios com gramíneas forrageiras. *Revista Caatinga*, 21: 29-34, 2008.

Tabela 2 – Comprimento (CE) e diâmetro (DE) de espiga, número de grãos por espiga (NGE), estande final de plantas (EFP), produção de grãos de milho por planta (PGP) e por hectare (PGH) em função dos sistemas de produção nos anos agrícolas

Fatores	CE (cm)				Média	CV (%)
	Formação	Convencional	Marandu	Piatã		
Ano I		11,50 ⁻	11,71 ⁻	12,05 ⁻	11,75 b	4,45
Ano II		12,90 ⁺	13,18 ⁺	13,57 ⁺	13,22 a	
Média		12,20	12,45	12,81		
M/M				13,51		
		DE (cm)				
Ano I		3,90 ⁻	3,68 ⁻	3,73 ⁻	3,77 b	3,17
Ano II		4,10 ⁺	4,19 ⁺	4,18 ⁺	4,16 a	
Média		4,00	3,93	3,96		
M/M				4,21		
		NGE				
Ano I		259,10 ⁻	240,94 ⁻	250,61 ⁻	250,22 b	9,01
Ano II		310,02 ⁺	321,55 ⁺	347,05 ⁺	326,20 a	
Média		284,56	281,24	298,83		
M/M				351,25		
		EFP (planta ha ⁻¹)				
Ano I		55.555,75 Ba ⁺	52.083,50 Aa ⁺	52.430,75 Aa ⁺	53.356,67	5,56
Ano II		60.416,75 Aa ⁺	56.597,25 Aa ⁺	56.597,50 Aa ⁺	57.870,50	
Média		57.986,25	54.340,38	54.514,13		
M/M				54.861,25		
		PGP (g planta ⁻¹)				
Ano I		0,074 ⁻	0,065 ⁻	0,072 ⁻	0,070 b	8,68
Ano II		0,082 ⁺	0,086 ⁺	0,094 ⁺	0,087 a	
Média		0,078	0,075	0,083		
M/M				0,091		
		PGH (kg ha ⁻¹)				
Ano I		4.125,87 ⁺	3.385,57 ⁻	3.764,61 ⁻	3.758,68 b	11,89
Ano II		4.938,30 ⁺	4.870,35 ⁺	5.326,47 ⁺	5.045,04 a	
Média		4.532,08	4.127,96	4.545,54		
M/M				5.014,53		

Médias seguidas de mesma letra (maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas) não diferem entre si para o teste F ao nível de 5% de significância; Médias seguidas de ⁺ não diferem e ⁻ diferem entre si para o teste de Dunnett ao nível de 5% de significância. (Ano I) Ano agrícola de 2010/2011; (Ano II) Ano agrícola de 2011/2012; (M/M) Rotação de cultura com milho/milheto/milho.