

Produtividade de grãos e características agronômicas do milho/capim-marandu/feijão-guandu adubados com Nitrogênio ($^{15}\text{NH}_4$) $_2\text{SO}_4$ em sistema de Integração Lavoura-Pecuária¹

Nídia Raquel Costa²; Carlos Alexandre Costa Crusciol³; Daniel Martins de Souza⁴; Marcelo Andreotti⁵; Vinicius Hideki Tada Perino⁶; João Pedro de Albuquerque⁶.

¹ Trabalho executado com recursos do Processo FAPESP nº 2014/21772-4

² Pós-doutoranda da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA/UNESP), Campus de Botucatu, Departamento de Melhoramento e Produção Vegetal – Bolsista FAPESP. Botucatu/SP. E-mail: nidiaarcosta@gmail.com;

³ Professor Titular - FCA/UNESP, Campus de Botucatu, Bolsista de Produtividade do CNPq;

⁴ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - FMVZ/UNESP, Campus de Botucatu;

⁵ Professor Adjunto - FE/UNESP, Campus de Ilha Solteira, Bolsista de Produtividade do CNPq;

⁶ Graduandos em Agronomia – FCA/UNESP, Campus de Botucatu.

RESUMO: Os sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) fundamentam-se, geralmente, na produção consorciada de culturas graníferas consorciadas com forrageiras tropicais. Dentre as modalidades de ILP, o Sistema Santa Brígida é a alternativa mais recente, e consiste no consórcio de culturas anuais com adubos verdes. O objetivo do presente trabalho foi o de avaliar as características agronômicas e a produtividade das culturas do milho, capim-marandu e feijão-guandu em consórcio triplo e adubadas com Nitrogênio ($^{15}\text{NH}_4$) $_2\text{SO}_4$ em cobertura no sistema de Integração Lavoura-Pecuária sob plantio direto (SPD), no ano agrícola 2015/2016, em Botucatu, SP. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 24 repetições. Os tratamentos foram constituídos por duas modalidades de cultivo da cultura do milho para ensilagem: em consórcio com capim-marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) e em consórcio com capim-marandu e feijão-guandú cv. BRS Mandarin (*Cajanus cajan*). Avaliou-se os componentes da produção e produtividade de grãos da cultura do milho, assim como a altura de plantas do capim-marandu e do feijão-guandu em consórcio simultâneo com a cultura do milho. Constatou-se que o consórcio triplo milho/capim-marandu/feijão-guandu resultou em maior competição entre as culturas quando comparado ao consórcio milho/capim-marandu, tendo em vista os menores valores para os parâmetros avaliados na cultura do milho como EFP, NE, DBC e PG.

Termos de indexação: *Zea mays*, *Urochloa brizantha*, *Cajanus cajan*.

INTRODUÇÃO

Como alternativa para recuperação das pastagens degradadas ou rotação de culturas em

áreas sob sistema plantio direto (SPD) com fertilidade do solo corrigida, iniciou-se o consórcio de culturas graníferas (milho, sorgo, milheto, arroz e soja) com forrageiras tropicais, principalmente do gênero *Urochloa* (syn. *Brachiaria*), em sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) (MACEDO et al., 2009). Tal técnica antecipa a formação da pastagem para pastejo, silagem, silagem seguida de pastejo, fenação e, ainda formação de palhada para a continuidade do SPD.

Estes sistemas produtivos visam além da maior diversificação da atividade agrícola, a recuperação dos solos degradados ou em processo de degradação. Dentre as modalidades de ILP, o Sistema Santa Brígida é a alternativa mais recente, e consiste no consórcio de culturas anuais com adubos verdes como o feijão-guandú (*Cajanus cajan*) e a crotalária (*Crotalaria spectabilis*) (OLIVEIRA et al., 2011). Estas espécies, em associação com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico (N_2), proporcionam inúmeros benefícios ao ambiente de cultivo, uma vez que o N_2 fixado pode ser disponibilizado às culturas cultivadas na mesma área.

A utilização de forrageiras leguminosas em consórcio com o milho tem apresentado resultados produtivos positivos (OLIVEIRA et al., 2011). O objetivo é aumentar o aporte de nitrogênio (N) no solo, via fixação biológica do N atmosférico, visto que sistemas de ILP ainda são limitados pela carência de N, com alta dependência do uso de adubo nitrogenado para o sucesso da produção (ROSOLEM et al., 2011). Quando no consórcio também se cultiva capim-marandu, o feijão-guandú ainda apresenta a vantagem de melhoria na qualidade das pastagens, com aumento do teor de proteína bruta (PB) na dieta dos animais, justamente no período seco do ano.

Desta forma, o presente trabalho objetivou avaliar

as características agronômicas e a produtividade das culturas do milho, capim-marandu e feijão-guandu no consórcio triplo e adubadas com Nitrogênio ($^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ em cobertura na Integração Lavoura- Pecuária sob plantio direto.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ/UNESP) no município de Botucatu, Estado de São Paulo (22°51'01"S e 48°25'28"W, com altitude de 777 metros), durante o ano agrícola 2015/2016. De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos et al., 2006), o solo da área experimental é um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico com 280, 90 e 630 g kg⁻¹ de areia, silte e argila, respectivamente. De acordo com a classificação de Köppen, o clima predominante na região é do tipo Cwa, que se caracteriza pelo clima tropical de altitude, com inverno seco e verão quente e chuvoso.

Em novembro de 2015, foi realizada a dessecação das plantas presentes na área experimental com a aplicação dos herbicidas Glyphosate (1.440 g ha⁻¹ do equivalente ácido) e 2,4-D amine (670 g ha⁻¹ do equivalente ácido), utilizando um volume de pulverização de 200 L ha⁻¹.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com 24 repetições, sendo os tratamentos constituídos por duas modalidades de cultivo da cultura do milho para ensilagem: em consórcio com capim-marandu (*Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster cv. Marandu [syn. *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu]) e em consórcio com capim-marandu e feijão-guandú cv. BRS Mandarim (*Cajanus cajan*), colhidos a 0,45 m em relação à superfície do solo, no estágio de ¼ de grão leitoso (grãos com 35% de umidade) para produção de silagem. Cada parcela foi constituída por 18 m de largura e 25 m de comprimento (450 m²).

O híbrido simples (HS) de milho 2B587 HX (precoce) foi semeado em 16/12/2015 a uma profundidade de 0,03 m, utilizando semeadora-adubadora para SPD dotada de mecanismo para abertura de sulco do tipo haste sulcadora, com densidade de 70.000 sementes ha⁻¹. No tratamento de milho + capim-marandu se utilizou o espaçamento entrelinhas de 0,45 m. No tratamento de milho + capim-marandu + feijão-guandú também se utilizou o espaçamento entrelinhas de 0,45 m e o feijão-guandú foi semeado nas entrelinhas do milho + capim-marandu na profundidade de 0,03 m, utilizando-se 10 sementes por metro

(aproximadamente 25 kg de sementes ha⁻¹). Os capins foram semeados na quantidade de 550 pontos de valor cultural (VC) ha⁻¹. As sementes de capim-marandu foram misturadas ao adubo minutos antes da semeadura, acondicionadas no compartimento de fertilizantes da semeadora-adubadora e depositadas na profundidade de 0,08 m. A adubação mineral nos sulcos de semeadura, constou da aplicação de 400 kg ha⁻¹ do formulado 08-28-16.

Quando as plantas de milho atingiram o estágio fenológico V4 (quatro folhas totalmente expandidas), realizou-se a adubação mineral nitrogenada em cobertura aplicando-se 150 kg ha⁻¹ de N utilizando-se como fonte o sulfato de amônio enriquecido ($^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ tendo abundância isotópica de 3% em átomos de ¹⁵N somente no amônio.

As culturas utilizadas na presente pesquisa foram destinadas à produção de silagem, sendo a colheita das mesmas realizadas em 04/04/2016. Entretanto, momentos antes da colheita das culturas, foram determinados a população final de plantas (PFP) de milho por hectare e o número final de espigas (NE) por hectare, contando as plantas e as espigas em cinco linhas centrais espaçadas em 0,45 m com 5 m de comprimento por parcela (11,25 m²). Também foi mensurada a altura de plantas (ALTP) (milho, capim-marandu e feijão-guandu) e a altura de inserção da espiga principal (AIE) com régua graduada e o diâmetro basal de colmos (DBC) com paquímetro. Avaliou-se ainda a produtividade de grãos (PG) da cultura do milho, colhendo-se todas as espigas contidas na área útil da parcela, sendo esta corrigida para o teor de 13% de umidade.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste t LSD ($p \leq 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software Sisvar®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral, os componentes da produção e produtividade de grãos da cultura do milho foram influenciados significativamente em função do tipo de consórcio (com capim-marandu e com capim-marandu+feijão-guandu) (Tabela 1). Os maiores valores para estande final de plantas (EFP), e número de espigas (NE) por hectare foram verificados no consórcio do milho/capim-marandu. Em trabalho realizado por Costa et al. (2015), no mesmo local do presente estudo e avaliando os mesmos tratamentos no ano agrícola de 2014/2015, verificaram que o consórcio triplo do milho/capim-marandu/feijão-guandu apresentaram maiores valores para EFP, NE e para altura de inserção da

espiga principal (AIE), demonstrando desta forma o reduzido efeito da competição entre as espécies cultivadas simultaneamente sobre o desenvolvimento vegetativo da cultura do milho.

Os resultados da presente pesquisa, em contrapartida, demonstram o contrário. Verificou-se que o consórcio triplo foi mais competitivo do que o consórcio do milho/capim-marandu. Tal fato provavelmente se deve a um possível aumento na competição entre as plantas por água, luz e nutrientes. Esta diferença entre anos agrícolas demonstram a importância de pesquisas de longa duração, uma vez que os fatores climáticos diferem de um ano para outro. Além disso, o consórcio triplo entre culturas ainda é uma prática recente, necessitando de maiores estudos a fim de se verificar qual o melhor espaçamento, melhor dose de nutrientes, população de plantas ideais, entre outros, para se consolidar esta tecnologia. Assim, nota-se a necessidade da realização mais pesquisas, para reduzir a intervenção de efeitos ambientais, e para proporcionar maior confiabilidade aos dados obtidos.

A produtividade de grãos do milho (PG) também foi influenciada em função do tipo de consórcio, em que os maiores valores foram proporcionados no cultivo do milho/capim-marandu, em que esta modalidade de cultivo produziu cerca de 2.000 kg ha⁻¹ a mais de grãos (Tabela 1). No entanto, salienta-se que mesmo havendo essa diferença em relação à PG devido à maior competição no consórcio triplo, comparado ao cultivo somente do milho e capim-marandu, os valores para PG são satisfatórios, estando muito acima da média nacional (CONAB, 2015). Tais resultados se devem ainda ao adequado fornecimento de nutrientes, principalmente o nitrogênio, proporcionando o bom desenvolvimento das plantas.

Cabe-se ressaltar que o consórcio do milho/capim-marandu/feijão-guandu pode trazer inúmeros benefícios aos sistemas produtivos, como a fixação biológica de N atmosférico, o que a longo prazo pode contribuir para a diminuição na utilização de fertilizantes nitrogenados, reduzindo ainda os custos de produção. Esta leguminosa pode melhorar ainda a qualidade nutricional da pastagem no período de entressafra, aumentando principalmente os teores de proteína bruta (PB) do alimento.

Apesar da diferença significativa entre os tratamentos para a maioria dos componentes da produção e produtividade de grãos da cultura do milho, cabe ressaltar-se que os valores obtidos no consórcio triplo (milho/capim-marandu/feijão-guandu), são também satisfatórios (COSTA et al., 2015). Estes resultados demonstram a eficiência deste sistema produtivo com a inclusão de uma

leguminosa em cultivos consorciados na ILP, caracterizando-o como uma excelente opção em propriedades que buscam maior diversificação na atividade agrícola, além de maior sustentabilidade na produção, tendo em vista as melhorias na qualidade do solo e da pastagem na entressafra, o que pode ser proporcionado com a inclusão do feijão-guandu no sistema de produção.

CONCLUSÕES

O consórcio triplo do milho/capim-marandu/feijão-guandu resultou em maior competição entre as culturas quando comparado ao consórcio milho/capim-marandu, tendo em vista os menores valores para os parâmetros avaliados na cultura do milho como EFP, NE, DBC e PG.

Mais estudos devem ser realizados a fim de consolidar a tecnologia de consórcio triplo em sistemas integrados de produção agropecuária, a fim de validar o sistema.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP pela concessão de bolsa de pós-doutorado à primeira autora e pelo apoio financeiro ao projeto (Processo nº 2014/21772-4).

REFERÊNCIAS

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 2 - Safra 2014/15, n. 8 - Oitavo levantamento, Brasília, p. 1-118, maio 2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em 22 maio 2015.

COSTA, N.R.; CRUSCIOL, C.A.C.; ANDREOTTI, M.; PARIZ, C.M.; LONGHINI, V.Z.; de SOUZA, D.M. Características agronômicas e produtivas do milho/capim-marandu/feijão-guandu adubados com Nitrogênio (¹⁵NH₄)₂SO₄ na Integração Lavoura-Pecuária. **Anais... XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, Natal/RN, 2015.

MACEDO, M.C.M.M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38:133-146, 2009.

OLIVEIRA, P.; KLUTHCOUSKI, J.; FAVARIN, J.L. & SANTOS, D.C. Consórcio de milho com braquiária e guandu-anão em sistema de dessecação parcial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 46: 1184-1192, 2011.



ROSOLEM, C.A.; SORATTO, R.P. & CRUSCIOL, C.A.C. **Análise da situação geral.** In: SORATTO, R.P.; ROSOLEM, C.A. & CRUSCIOL, C.A.C. (ed.). Integração lavoura-pecuária-floresta: alguns exemplos no Brasil Central. Botucatu: Editora FEPAF, 2011. p.103-104.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; OLIVEIRA, J.B.; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F. & CUNHA, T.J.F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

Tabela 1. Componentes da produção e produtividade do milho e do capim-marandu cultivados em consórcio com ou sem feijão-guandú para silagem (ano agrícola 2015-2016). Botucatu, São Paulo.

Variável	Feijão-guandú		P>F [†]	CV (%) [‡]
	Com	Sem		
Milho				
EFP [§] (plantas ha ⁻¹)	66.943 b [*]	74.535 a	0,0006	15,65
NE (espigas ha ⁻¹)	73.949 b	82.468 a	0,0109	17,02
ALTP (m)	2,25 a	2,22 a	0,2557	2,72
AIE (m)	1,00 a	0,91 b	0,0015	6,46
DBC (mm)	18,2 b	19,6 a	0,0093	6,80
PG (kg ha ⁻¹)	11.688 b	13.697 a	0,0285	16,20
Capim-marandu				
Altura (m)	1,30 a	1,14 b	0,0036	9,83
Feijão-guandú				
Altura (m)	1,95	-	-	-

[‡]Coefficiente de Variação.

[§]EFP, NE, ALTP, AIE, DBC, PG: estande final de plantas, número de espigas por hectare, altura de plantas, altura de inserção da espiga principal, diâmetro basal de colmos, produtividade de grãos e produtividade de massa seca, respectivamente.

*Valores seguidos por letras distintas na linha, diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste t LSD.