



## Características agronômicas e produtivas do milho/capim-marandu/feijão-guandu adubados com Nitrogênio ( $^{15}\text{NH}_4$ ) $_2\text{SO}_4$ na Integração Lavoura-Pecuária<sup>(1)</sup>

**Nídia Raquel Costa<sup>(2)</sup>; Carlos Alexandre Costa Crusciol<sup>(3)</sup>; Marcelo Andreotti<sup>(4)</sup>; Cristiano Magalhães Pariz<sup>(5)</sup>; Vanessa Zironi Longhini<sup>(6)</sup>; Daniel Martins de Souza<sup>(7)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do Processo FAPESP nº 2014/21772-4

<sup>(2)</sup> Pós-doutoranda da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA/UNESP), Campus de Botucatu, Departamento de Melhoramento e Produção Vegetal – Bolsista FAPESP. Botucatu/SP. E-mail: nidiarcosta@gmail.com; <sup>(3)</sup> Professor Titular - FCA/UNESP, Campus de Botucatu, Bolsista de Produtividade do CNPq; <sup>(4)</sup> Professor Adjunto - FE/UNESP, Campus de Ilha Solteira, Bolsista de Produtividade do CNPq; <sup>(5)</sup> Pós-doutorando - FMVZ/UNESP, Campus de Botucatu, Bolsista FAPESP; <sup>(6)</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - FMVZ/UNESP, Campus de Botucatu, Bolsista FAPESP; <sup>(7)</sup> Zootecnista - FMVZ/UNESP, Campus de Botucatu.

**RESUMO:** Dentre as modalidades de Integração Lavoura-Pecuária, 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 no consórcio triplo e adubadas com Nitrogênio ( $^{15}\text{NH}_4$ ) $_2\text{SO}_4$  em cobertura na Integração Lavoura-Pecuária sob plantio direto. O delineamento experimental 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*). Constatou-se que o consórcio triplo milho/capim-marandu/feijão-guandu não prejudicou o desenvolvimento vegetativo da cultura do milho e do capim-marandu, proporcionando ainda bons resultados na produtividade de grãos da cultura do milho.

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

### INTRODUÇÃO

A intensificação da produção agrícola em muitas regiões do país, ao longo dos anos, tem proporcionado aumento da degradação de pastagens e do solo com redução em produtividade das culturas. Tal fato reflete em redução na fertilidade do solo e inadequado manejo das culturas no ambiente de produção. Para solucionar este problema, vários agricultores e pesquisadores tem encontrado nos sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) sob plantio direto (SPD), vantagens que proporcionam aumento em produtividade e diminuição dos impactos causados ao ambiente, tais como a diminuição da degradação do solo, menor uso de insumos e defensivos agrícolas, redução na emissão de gases de efeito estufa, visando a maior sustentabilidade dos sistemas produtivos.

Os sistemas de ILP fundamentam-se na produção consorciada de culturas graníferas, especialmente o milho, sorgo, milheto, arroz e soja, com forrageiras tropicais, principalmente as do gênero *Urochloa*, para produção de grãos ou silagem, tanto no SPD como no convencional, em áreas de lavoura, com solo parcial ou devidamente corrigido (Macedo, 2009). 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 ( $\text{N}_2$ ), proporcionam inúmeros benefícios ao ambiente de cultivo, uma vez que o  $\text{N}_2$  fixado pode ser disponibilizado às culturas cultivadas na mesma área.

Nos últimos anos, tem-se observado cada vez mais, tanto por parte de pesquisadores quanto de produtores rurais, a busca por sistemas produtivos mais sustentáveis quando comparados aos comumente utilizados, além da maior eficiência na utilização de fertilizantes. Em sistemas mais complexos de cultivo como os consorciados, o estudo da adubação nitrogenada é de suma importância, principalmente visando minimizar o efeito da imobilização de nitrogênio pelas culturas com vistas ao aumento da produção vegetal e animal. A adição de nitrogênio no solo à partir da atmosfera, juntamente com o nitrogênio disponibilizado pela decomposição e mineralização da matéria orgânica podem contribuir, ainda que de maneira insuficiente, no atendimento das exigências do elemento pelas espécies forrageiras.

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.

O objetivo do presente trabalho foi o de avaliar as características agrônômicas 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 2014/2015. 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 2014, 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 $^{-1}$ . Após este manejo, as plantas foram manejadas com triturador horizontal de resíduos vegetais (triton).

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 Mandarin (*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 m $^2$ ).

O híbrido simples (HS) de milho 2B587 HX (precoce) foi semeado em 16/12/2014 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, seguiram as recomendações de Cantarella et al. (1997).

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  $^{15}\text{N}$  somente no amônio.

As culturas utilizadas na presente pesquisa foram destinadas à produção de silagem, sendo a colheita das mesmas realizadas em 08/04/2015. 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 m $^2$ ). Também foi mensurada a altura de plantas (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

Os componentes da produção e produtividade de grãos da cultura do milho em cultivo simultâneo com o capim-marandu foram influenciadas pelo consórcio com o feijão-guandu (Tabela 1). Os maiores valores para população final de plantas (PFP), número de espigas (NE) por hectare e altura de inserção da espiga principal (AIE) foram verificados quando o milho e o capim-marandu foram cultivados em consórcio com o feijão-guandu, demonstrando desta forma o reduzido efeito da competição entre as espécies cultivadas simultaneamente sobre o desenvolvimento



vegetativo da cultura do milho. Tal fato é extremamente relevante, principalmente em sistemas produtivos com produção de silagem, em que a maior produtividade de massa vegetal é desejável, visando diluir os custos com a produção de alimentos.

Do mesmo modo, a produtividade de grãos do milho (PG) também foi influenciada pelo consórcio triplo, em que os maiores valores foram proporcionados na ausência do feijão-guandu, em que esta modalidade de cultivo produziu cerca de 1.200 kg ha<sup>-1</sup> 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 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. Estes resultados demonstram mais uma vez a eficiência deste sistema produtivo com a inclusão de leguminosas 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.

Com relação à altura de plantas do capim-marandu e produtividade de massa seca (PMS) determinadas no momento da colheita do material para ensilagem, não verificou-se influência significativa da inclusão da leguminosa em consórcio, demonstrando mais uma vez as vantagens desta prática de cultivo e a reduzida competição entre as espécies (Tabela 1). Cabe-se ressaltar que a baixa PMS do capim deve-se à maior altura de colheita das espécies para produção de silagem (0,45 m em relação à superfície do solo).

Um dos aspectos mais importantes deste sistema produtivo foi a presença da leguminosa no consórcio, uma vez que a inclusão do feijão guandu proporcionou uma PMS média de 1.733 kg ha<sup>-1</sup>. Tal fato garante um aumento na produção de forragem para ensilagem, melhorando ainda a qualidade nutricional desta além dos benefícios para o solo e culturas semeadas em sucessão, devido à fixação biológica de N atmosférico.

O cultivo de forrageiras em região de inverno seco seria importante também para o estabelecimento do SPD no verão. Os trabalhos

com Integração Lavoura-Pecuária nessas regiões visando à produção de forragem de qualidade, anterior à semeadura de culturas anuais são de grande importância, visto que o uso dos resíduos destas plantas atuam na proteção dos solos, garantindo de maneira geral, melhor desenvolvimento das culturas. A utilização da consorciação/sucessão de culturas é um dos meios para se elevar a produtividade de sistemas de produção, devido aos efeitos benéficos que tal prática proporciona sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, tendo ainda, a vantagem de baratear o custo da renovação das pastagens e ofertar alimento para os animais no período de entressafra da forrageira.

### **CONCLUSÕES**

O consórcio triplo milho/capim-marandu/feijão-guandu não prejudicou o desenvolvimento vegetativo da cultura do milho e do capim-marandu, proporcionando ainda bons resultados na produtividade de grãos da cultura do milho.

### **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**

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van. & CAMARGO, C.E.O. Cereais. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C. (Eds.). Boletim Técnico 100: Recomendação de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo; IAC, 1997. p.43-71.

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.

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 FEPAP, 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 2014-2015). Botucatu, São Paulo.

Variável	Feijão-guandú		P>F†	CV‡
	Com	Sem		
<b>Milho</b>				
PPF§ (plantas ha <sup>-1</sup> )	85.184 a*	66.049 b	0,000	9,75
NE (espigas ha <sup>-1</sup> )	78.702 a	66.049 b	0,003	12,14
AP (m)	2,25 a	2,30 a	0,267	5,16
AIE (m)	1,07 a	0,99 b	0,015	7,27
DBC (mm)	22,6 a	23,1 a	0,470	4,89
PG (kg ha <sup>-1</sup> )	7.338 b	8.536 a	0,013	13,36
<b>Capim-marandu</b>				
Altura (m)	0,78 a	0,78 a	0,885	2,01
PMS na silagem (kg ha <sup>-1</sup> )	142 a	177 a	0,728	15,54
<b>Feijão-guandú</b>				
Altura (m)	1,53	-	-	-
PMS na silagem (kg ha <sup>-1</sup> )	1.733	-	-	-

†Probabilidade do teste F.

‡Coeficiente de Variação.

§PPF, NE, AP, AIE, DBC, PG, PMS: população 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.