



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de Ilha Solteira

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

ROSEANA RAMOS PEREIRA

**SOJA EM SUCESSÃO AO CONSÓRCIO DE MILHO COM CAPIM-MARANDU
E/OU GUANDU-ANÃO EM SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO
AGROPECUÁRIA**

Ilha Solteira
2018



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de Ilha Solteira

ROSEANA RAMOS PEREIRA

**SOJA EM SUCESSÃO AO CONSÓRCIO DE MILHO COM CAPIM-MARANDU
E/OU GUANDU-ANÃO EM SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO
AGROPECUÁRIA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia
de Ilha Solteira – UNESP como parte dos requisitos
para obtenção do título de Mestre em Agronomia.
Especialidade: Sistemas de Produção

Orientador

Prof. Dr. Marcelo Andreotti

Ilha Solteira
2018

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

P436s Pereira, Roseana Ramos.
Soja em sucessão ao consórcio de milho com capim-marandu e/ou guandu-
anão em sistema integrado de produção agropecuária / Roseana Ramos
Pereira. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2018
36 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de
Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2018

Orientador: Marcelo Andreotti
Inclui bibliografia

1. Palhada. 2. *Urochloa*. 3. *Cajanus cajan*. 4. Integração. 5. Integração
Lavourea Pecuária.


Raiane da Silva Santos

Supervisora Técnica de Seção
Seção Técnica de Referência, Atendimento ao usuário e Documentação
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação
CRB/8 - 9999



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Soja em sucessão ao consórcio de milho com capim-marandu e/ou guandu-anão em sistema integrado de produção agropecuária

AUTORA: ROSEANA RAMOS PEREIRA

ORIENTADOR: MARCELO ANDREOTTI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA, área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. MARCELO ANDREOTTI

Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. MARCELO CARVALHO MINHOTO TEIXEIRA FILHO

Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. AQUINALDO JOSÉ FREITAS LEAL

Curso de Agronomia / Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Ilha Solteira, 21 de fevereiro de 2018

AGRADECIMENTOS

A Deus, que sempre me ilumina e me fortalece em toda trajetória da minha vida....

Ao Professor Dr. Marcelo Andreotti, pela orientação, compreensão, amizade, boa vontade e pela oportunidade de aperfeiçoamento na minha formação profissional.

Ao meu companheiro e pai do meu filho Marcio Almeida, que foi o grande incentivador dessa jornada.

Ao meu filho Álvaro, que me acompanhou desde o ventre, o início desta etapa.

À minha mãe Jane, por todo o apoio, estímulo e compreensão, a minha vovó Maria Ramos que sempre me incentivou a buscar o conhecimento, e caminhar na perseverança.

À minha irmã Jessica pelo grande apoio, carinho, incentivo, luta e força.

À minha amiga-irmã Tatiana Santos, pelo companheirismo.

A todos os colegas da minha turma do programa de Pós-Graduação em Agronomia - Sistemas de Produção, pelo apoio.

As pessoas de suma importância para realização deste trabalho, os amigos do grupo de pesquisa: Deyvison, Osvaldo, Lourdes, Nakao, Viviane, Isabela, Mariana, Natalia, Leonardo, Eduardo, Guilherme e Gilmar.

À Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, campus de Ilha Solteira, em especial ao programa de Pós-graduação em Agronomia/Sistemas de Produção.

E finalmente a todos os professores, funcionários e colegas que conheci, pelo apoio, sugestões e amizade.

RESUMO

Os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPAs) são alternativas para o restabelecimento da capacidade produtiva de pastagens cultivadas ou para produção de silagem na entressafra, garantindo sustentabilidade e a intensificação dos sistemas mistos de produção. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade da soja em sucessão a um sistema de integração lavoura pecuária sob palhada da rebrota de diferentes consórcios de milho para produção de silagem. O experimento foi conduzido em Selvíria-MS, num Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa, no ano agrícola 2016. O delineamento experimental foi de blocos casualizados em esquema fatorial 2x5, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de milho safrinha em consórcio com guandu-anão e milho safrinha em consórcio com *Urochloa brizantha* cv Marandu e guandu-anão (*Cajanus cajan*), sendo este em 5 densidades de semeadura na entrelinha do milho (0, 6, 12, 18 e 24 sementes m^{-1}). Após a colheita do material vegetal para ensilagem foi implantada a cultura da soja cv. BMX Potência RR de verão em sucessão utilizando o mesmo delineamento experimental dos consórcios, objetivando avaliar o efeito da palhada remanescente sobre o desempenho da cultura. Visando o adequado estado nutricional, crescimento da soja em sucessão ao milho para silagem, recomenda-se o consórcio antecessor de milho com capim Marandu e guandu anão na população de 12 sementes m^{-1} . Do ponto de vista econômico, e de acordo com os índices de lucratividade, considerado implantar a soja em sucessão ao consórcio antecessor para a produção de silagem, recomenda-se realizar o cultivo sem o guandu anão.

Palavras chave: Palhada. *Urochloa*. *Cajanus cajan*. Integração lavoura pecuária.

ABSTRACT

Crop livestock systems are alternatives for reestablishing the production capacity of cultivated pasture or silage production in the off-season, ensuring sustainability and intensification of mixed production systems. The objective of this work was to evaluate soybean yield in succession in a crop livestock integration system under straw from different consortia. The experiment was conducted in Selvíria-MS, in Oxisol in the agricultural year 2016. The experimental design was a randomized complete block in a 2x5 factorial scheme, with four replications. The treatments were composed of corn in no season in a consortium with pigeon pea dwarf and corn in no season in a consortium with *Urochloa brizantha* cv Marandu and *Cajanus cajan*, being 5 densities of sowing in the corn interweave (0, 6, 12, 18 and 24 seeds m⁻¹). After harvesting the plant material for silage the summer soybean crop was implanted in succession using the same experimental design of the consortia to evaluate the effect of the remaining straw on the performance of the crop. Aiming at the adequate nutritional status, soybean growth in succession to corn for silage, the predecessor consortium of corn with Marandu grass and dwarf pigeon pea in the population of 12 seeds m⁻¹ is recommended. From the economic point of view, and according to the profitability indexes, considered to implant the soybean in succession to the predecessor consortium for the production of silage, it is recommended to realize the culture without the pigeon pea dwarf.

Key words: Straw. *Urochloa*. *Cajanus cajan*. Crop livestock integration.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.1	SOJA NO SISTEMA PLANTIO DIRETO (SPD)	9
2.2	CARACTERÍSTICAS DO FEIJÃO GUANDU (<i>Cajanus cajan</i>)	10
2.3	MILHO NA PRODUÇÃO DE SILAGEM	11
2.4	SUCESSÃO E CONSÓRCIOS DE CULTURAS ANUAIS COM GRAMÍNEAS E LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS.....	12
3	MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1	LOCALIZAÇÃO E ÁREA EXPERIMENTAL.....	14
3.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS	15
3.3	INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	15
3.4	AVALIAÇÕES NA SOJA APÓS OS CONSÓRCIOS	17
3.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	17
3.6	ANÁLISE ECONÔMICA	17
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1	CONCENTRAÇÕES DE NUTRIENTES FOLIARES	20
4.2	COMPONENTES MORFOLÓGICOS, DA PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA SOJA	23
4.3	DESEMPENHO ECONÔMICO DA PRODUÇÃO DE GRÃOS DE SOJA EM SUCESSÃO AO CONSÓRCIO DE MILHO COM <i>Urochloa brizantha</i> CV. MARANDU E/OU GUANDU-ANÃO	25
5	CONCLUSÕES	30
	REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

A adoção do Sistema de Integração Lavoura- Pecuária (ILP) tem sido crescente na região do Cerrado, sendo caracterizada pela diversificação, rotação, e/ou sucessão de culturas de grãos com forrageiras (RYAN et al., 2012; QUINTINO et al., 2016). O ILP tem sido tratado também como alternativa para a recuperação dos solos degradados, além de promover benefícios às culturas subsequentes (ALVES et al., 2013).

A integração lavoura pecuária pode ser utilizada para aumentar simultaneamente a produção de soja e recuperar pastagens degradadas sem expansão em novas áreas agrícolas (CRUSCIOL et al., 2014; GARCIA et al., 2008). Além do mais, a utilização de culturas na entressafra é alternativa economicamente rentável, que proporciona cobertura do solo e ciclagem de nutrientes, promovendo assim melhorias na fertilidade do solo e a produtividade das culturas em sucessão, tornando-se importante na diversificação da produção agrícola sustentável (PARIZ et al., 2011).

O sistema de plantio direto (SPD) é atualmente uma alternativa para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas tropicais, promovendo redução da erosão, ciclagem de nutrientes, armazenamento de água e melhorias em longo prazo da qualidade física, química e microbiológica do solo (MATEUS et al., 2016) que contribui para a manutenção (BERTIN et al., 2005) ou aumentos na produtividade das culturas, com destaque para a soja (TORRES et al., 2014). O consórcio de espécies forrageiras leguminosas com a cultura do milho representa diversificação de palhadas de cobertura do solo para o SPD, visto que a utilização de espécies de alta relação C/N pode ocasionar imobilização temporária do nitrogênio no solo (OLIVEIRA, 2010).

Assim, o consórcio de milho, sorgo granífero e soja com forrageiras do gênero *Urochloa* (BORGHI et al., 2013; MATEUS et al., 2011) tem-se mostrado excelente alternativa na produção de grãos e forragem para a pecuária no período seco do ano, além de elevar o aporte de palhada para continuidade do SPD (PARIZ et al., 2011).

A soja é a principal oleaginosa cultivada no mundo, e de grande importância para a economia do Brasil, tendo um crescimento nos últimos anos com safras recordes. Isso se deve a atualização constante de tecnologia de produção e a sucessão de culturas.

Na região do cerrado, o feijão guandu (*Cajanus cajan*) destaca-se pelo seu hábito de crescimento e tipo de sistema radicular pivotante que proporciona melhoria nas condições físico-químicas do solo e têm potencial para cultivo em consórcio com culturas anuais, com boa adaptação em solos argilosos e pode ser utilizada em consórcio com culturas anuais, com

a vantagem de fixar N_2 atmosférico e assim, aumentar o nitrogênio no solo (BALBINO et al., 2011). Outro aspecto interessante para a ILP é o fato de que nos consórcios de guandu-anão com as gramíneas ocorrem maiores acúmulos de N nas palhadas mistas do que no monocultivo de guandu-anão (CALVO et al., 2010).

A cobertura de solo, além de promover à diminuição da erosão, manutenção da umidade do solo, diminui a evapotranspiração, aumenta a infiltração de água no solo, diminui o escoamento superficial, contribuindo para melhor estruturação do solo. Entretanto, a produção de palha fica restrita a curtos espaços de tempo, dado que, nas palhadas de gramíneas há tendência de maior imobilização de nitrogênio. Por outro lado, o uso de leguminosas constitui um manejo favorável ao aumento do teor e da disponibilidade de nitrogênio, no entanto, com rápida decomposição. Neste sentido, há possibilidade de que a utilização do consórcio entre gramíneas e leguminosas para produção de palhada, associe a menor taxa de decomposição com uma maior sincronização entre o fornecimento de nitrogênio da palhada e as fases de maior demanda das culturas pelo nutriente.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da palhada da rebrota de cinco densidades de semeadura de guandu-anão em consórcio com milho e/ou capim-marandu colhidos para ensilagem na segunda safra, sobre a nutrição, desenvolvimento e produtividade da soja em sucessão, e respectiva viabilidade econômica deste cultivo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SOJA NO SISTEMA PLANTIO DIRETO (SPD)

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma leguminosa anual originária da China, sendo cultivada há séculos no Brasil, e atualmente em várias partes do mundo. A soja é uma das culturas de maior importância econômica para o Brasil, e na safra 2016/2017, teve produção estimada em 114,3 milhões de toneladas, alcançando uma safra recorde, com produtividade de 3.364 kg ha⁻¹ (CONAB, 2017), em uma área plantada de 33,890 milhões de hectares. O Brasil é o segundo maior produtor mundial, estando atrás apenas dos EUA (FAO, 2017).

O sucesso desta cultura nas regiões de Cerrado se deve, entre outros fatores, ao uso do Sistema Plantio Direto (SPD) e a Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) (BROCH et al., 2012). Como efeitos do SPD, destaca-se a menor oscilação da temperatura e da umidade do solo, condições que favorecem a infecção e o desenvolvimento das bactérias que realizam a FBN na cultura.

Em virtude do alto teor de óleo e proteínas, a soja destaca-se na utilização como fonte para alimentação humana e animal, produção de biocombustíveis, além do mais é um produto que tem grande exportação (COELHO et al., 2011).

Estima-se que para produzir 1.000 kg de grãos de soja, são necessários 80 kg de nitrogênio (N). Neste sentido, o N é essencial na formação principalmente dos aminoácidos. As fontes de N para esta cultura são os fertilizantes nitrogenados e a fixação biológica, sendo o último sua principal fonte no Brasil, e, portanto, não há necessidade de utilizar este nutriente na adubação, pois a bactéria do gênero *Bradyrhizobium* quando em contato com as raízes da soja, após contaminação radicular, forma os nódulos dos quais fixa o N₂ atmosférico (HUNGRIA et al., 2001).

Contudo, o N mineralizado da palhada pode contribuir na nutrição da soja em estádios fenológicos mais avançados, quando os nódulos perdem sua eficiência em fixar o nutriente. Assim, Garcia et al., (2014) avaliando a decomposição da palhada de forrageiras em função da adubação nitrogenada após o consórcio com milho e produtividade da soja em sucessão, verificaram que a adubação nitrogenada antecessora não influenciou na maioria dos componentes de produção e a produtividade da soja em sucessão no sistema de plantio direto.

Entretanto, Chioderoli et al. (2012a) alcançaram aumento da produção de grãos de soja cultivada sobre os resíduos de braquiária (*Urochloa brizantha* cv Marandu), enquanto que Pitol et al., (2001) obtiveram produtividade de soja sob palhada de *Urochloa* (*U. decumbens* e

U. brizantha) em solo anteriormente cobertos por pastagens degradadas variando 2.404 a 3.468 kg ha⁻¹.

Também avaliando palhadas antecessoras, Santos et al. (1991) verificaram que em semeadura direta, a produtividade e outras características agronômicas da soja como altura da planta, de inserção da primeira vagem e massa de 100 grãos foram influenciados positivamente pelo tipo de resíduo da cultura de inverno. Assim, culturas como o milheto, o sorgo forrageiro e capins do gênero *Urochloa* em regiões de Cerrado são consideradas excelentes opções para utilização em sistemas conservacionistas, como o SPD, e vêm sendo muito usadas do outono à primavera para fornecimento de forragem e/ou palhada nesses sistemas produtivos.

A utilização de gramíneas e culturas graníferas surgem como opção nos sistemas mistos de produção, pois possibilitam efeito residual da palhada para a cultura subsequente, e quando se combina também ao consórcio, o uso de leguminosas forrageiras, atuando como adubo verde, pode haver vantagens na melhoria do solo e consequentemente na ciclagem de nutrientes e produtividade da cultura em sucessão. Tanaka et al. (1992) e Wutke et al. (1998), utilizando mucuna-preta, crotalária, guandu e lab-lab como adubos verdes antecessores verificaram aumentos significativos na produtividade do feijão e da soja em sucessão.

2.2 CARACTERÍSTICAS DO FEIJÃO GUANDU (*Cajanus cajan*)

O sistema de consorciação de culturas graníferas com adubos verdes, especificamente as espécies guandu-anão (*Cajanus cajan*) ou crotalária (*Crotalaria spectabilis*), foi denominado Sistema Santa Brígida (OLIVEIRA et al., 2010). Este sistema representa uma alternativa para o produtor implementar a fixação biológica de nitrogênio no sistema de produção, que consiste em uma das metas do Programa de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Programa ABC), lançado pelo governo federal, em 2010, por meio do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2010).

O feijão guandu (*Cajanus cajan*) e a leucena (*Leucaena leucocephala*) apresentam boa adaptação para utilização neste tipo de sistema, especialmente, em pequenas propriedades, pelo seu potencial de produção de forragem para corte ou como banco de proteína. Pelas altas produções de matéria seca, proporcionam melhoria nas condições físico-químicas do solo e têm potencial para cultivo em consórcio com culturas anuais e/ou forrageiras (OLIVEIRA, 2010 b).

O guandu tem adaptação aos solos de condições idênticas ao estilosantes e ao calopogônio, entretanto, com boa adaptação também em solos argilosos, além de apresentar hábito de crescimento mais ereto, o que facilita seu consórcio com outras culturas. Esta espécie tradicionalmente foi utilizada como banco de proteína e, atualmente, vem sendo utilizada na recuperação de pastagens degradadas, em que pode ser estabelecida em monocultivo ou em consórcio com culturas anuais (BALBINO et al., 2011), tanto para pastejo direto, quanto para produção de silagem. Pacheco et al. (2011), constataram que o consórcio de *U. ruziziensis* + *Cajanus cajan* apresenta elevado acúmulo de fitomassa e nutrientes no final da entressafra.

Na mesma linha de pesquisa de consórcios, Neres et al. (2012) avaliando as características produtivas, estruturais e bromatológicas dos capins Tifton 85, Piatã, e do feijão guandu cv. Super N, em cultivo solteiro ou em associação, constataram que, considerando a composição bromatológica e a produção de forragem, a substituição do N pelo consórcio com feijão guandu foi uma alternativa promissora. Além da redução de custos com insumos (adubação nitrogenada) em pastagens de capim Piatã e Tifton 85, tornando-se o consórcio com a leguminosa uma alternativa para aumentar a sustentabilidade dos sistemas de produção de ruminantes.

2.3 MILHO NA PRODUÇÃO DE SILAGEM

Atualmente, o Brasil está em 3º lugar no ranking da produção mundial do milho, superado apenas pelos EUA e pela China (FAO, 2017). Segundo a FAO (2017), a utilização mundial total de milho para alimentar animais ultrapassou 583 milhões de toneladas em 2016/17.

O cereal tem grande importância econômica, pois além do uso para alimentação animal, os grãos também são utilizados para produção de etanol, auxiliando nas questões energéticas de combustível renovável, ao contrário dos derivados de petróleo. Além disso, também tem importância para a extração de óleo como alternativa de uso, que por sua elevada qualidade é utilizado na alimentação humana.

Alimento de alto valor energético, o milho é base alimentar de diversos sistemas de produção de proteína animal, estando presente em inúmeras formulações de ração destinadas a animais, principalmente em áreas de utilização de ILP. A maior parte do que é produzido

tem como destino final as indústrias de beneficiamento de ração animal, tendo uma parcela significativa destinada à produção de forragem conservada (LEITE, 2015).

O milho destaca-se como forragem na alimentação animal no contexto de ILP, devido principalmente às suas características bromatológicas, quantidade suficiente de carboidratos e elevados teores de matéria seca para adequada fermentação nos silos, sendo considerada planta de alto valor nutricional, o que a torna uma das melhores opções para ensilar, e de boa aceitação pelos animais (OLIVEIRA et al., 2010a).

A silagem de milho tem sido tema de uma série de estudos agrônômicos e zootécnicos devido ao alto valor nutricional da planta. Em situações de semi-confinamento ou em períodos de escassez de alimento é comum ofertar em torno de 23 kg de silagem de milho por vaca em lactação (LEITE, 2015).

2.4 SUCESSÃO E CONSÓRCIOS DE CULTURAS ANUAIS COM GRAMÍNEAS E LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS

A introdução de espécies forrageiras aos sistemas produtivos destaca-se em razão da elevada produtividade de matéria seca e sua eficiência em reciclagem de nutrientes, uma vez que, estas gramíneas forrageiras possuem o sistema radicular agressivo, capaz de explorar maior volume de solo, podendo alcançar mais de um metro de profundidade e aproveitando a adubação residual da cultura de verão (CRUSCIOL et al., 2012). O consórcio de culturas produtoras de grãos com gramíneas tropicais e leguminosas é possível, graças ao diferencial de tempo e espaço no acúmulo de biomassa entre as espécies (KLUTHCOUSKI et al., 2003).

A utilização de capins é geralmente em cultivo solteiro antecessor ou consorciados com arroz, milho, sorgo, milheto ou soja. A associação de capins do gênero *Urochloa* com culturas anuais ou em sucessão a estas, vem crescendo com o objetivo de se obter palhada, apresentando melhor desempenho tanto no SPD quanto no ILP (COSTA et al., 2015). Os consórcios têm apresentado altas produções em áreas com cultivos anuais, com mais de 10 Mg ha⁻¹ de produção de matéria seca. Estas gramíneas proporcionam excelente cobertura da superfície do solo, permanecendo a palhada na área por longo período de tempo se comparadas à palhada de outras espécies vegetais produtoras de grãos como milho, arroz, trigo, aveia e cevada. Além disto, possibilitam pastejo durante o período seco (entressafra), com bom desempenho animal durante esta época crítica de oferta de forragem (ZIMMER et al., 2011a).

As espécies do gênero *Urochloa* são amplamente usadas como culturas de cobertura devido ao seu profundo e vigoroso sistema radicular, além de ter excelente adaptação à baixa fertilidade do solo, estabelecimento fácil, grande produção de biomassa e alta persistência na superfície do solo. Também apresentam alta capacidade competitiva com plantas daninhas e têm efeito no controle de algumas pragas e doenças em cultivos de milho, soja e feijão (KLUTHCOUSKI et al., 2003; CRUSCIOL et al., 2012; NASCENTE et al., 2012). Pelo seu porte mais baixo, são de manejo mais fácil, tanto para pastejo quanto para dessecação no SPD e posterior cultivo das culturas em sucessão (ZIMMER et al., 2011a).

De acordo com Machado et al. (2011), as cultivares de *Urochloa brizantha* apresentam mudanças fenológicas quanto às dimensões de folhas e colmo, e quanto à qualidade nutricional da forragem que, em condição de pastejo, resultam em diferentes níveis de produtividade animal, sendo muito alteradas em crescimento, quando cultivadas com outras gramíneas em consórcio, como as produtoras de grãos.

Barducci et al. (2009) trabalhando com quatro doses de adubação nitrogenada (0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹), em *U. brizantha* cv. Marandu, após a colheita de milho para grãos, e duas épocas de consorciação (simultaneamente à semeadura ou por ocasião da adubação de cobertura) concluíram que, quando semeada em consórcio, a forrageira apresentou redução nos teores de fibra e maior teor de NDT com o decorrer do período de outono-inverno. Contudo destacam que, em virtude dos benefícios do cultivo consorciado, visando à utilização em sistemas de produção como é o caso da ILP, o melhor consórcio é o milho com *U. brizantha* cv. Marandu semeados simultaneamente na mesma operação de semeadura.

Também Cruz (2009), avaliando doses de K₂O no milho cultivado sob palhada de *U. brizantha* cv. Marandu em cultivo solteiro e consorciado, observou que a presença da forrageira, durante o período de outono/primavera para utilização como forragem, e posteriormente como cobertura morta para semeadura em SPD, reduz os teores de potássio não-trocável do solo, o que favorece positivamente a disponibilidade do elemento para a cultura sucessora.

Dentre as leguminosas forrageiras tropicais utilizadas em consórcio, o feijão guandu se destaca pelas suas características morfológicas, fisiológicas, potencial produtivo e nutricional, e pela capacidade de fornecer forragem de qualidade mesmo nos períodos de déficits hídricos. Nesta linha de pesquisa, Rosa (2009) analisando três leguminosas, entre elas o guandu-anão como cobertura vegetal, na cultura do milho, obteve valores médios de massa fresca, seca e % de MS do guandu-anão da ordem de 8.083 kg ha⁻¹, 1.131 kg ha⁻¹ e 14%, respectivamente.

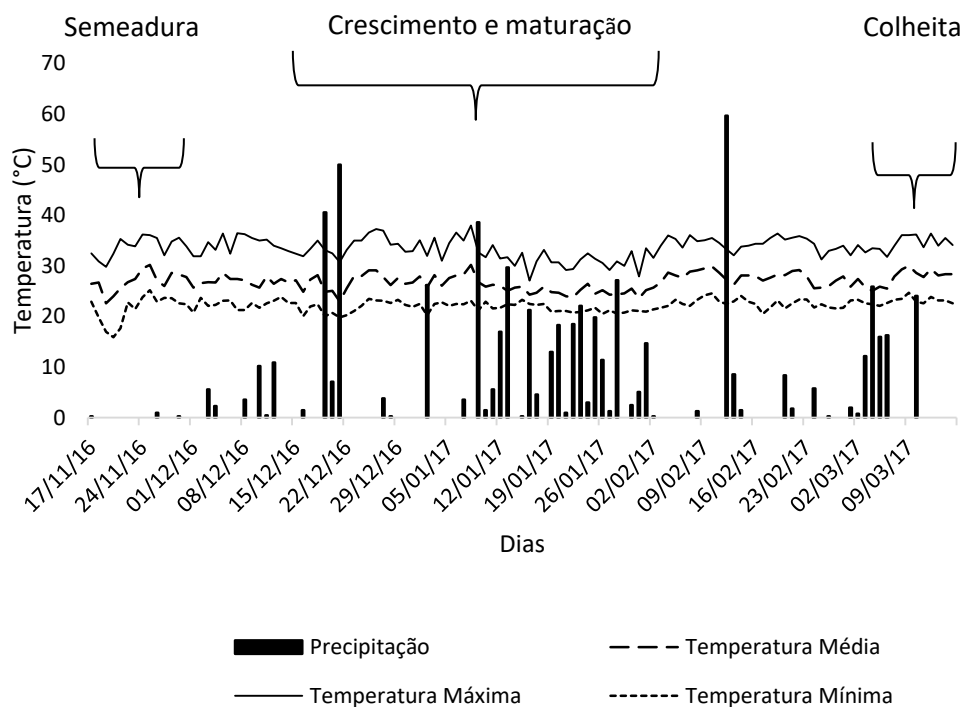
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) – Setor de Produção Vegetal, pertencente à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FE/UNESP), localizada no município de Selvíria/MS (20°20’05”S e 51°24’26”W, altitude de 335 m) no período de novembro de 2016 a março de 2017.

O solo da área foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO distrófico típico argiloso (EMBRAPA, 2013). O clima é caracterizado como tropical úmido, Aw conforme classificação de Köppen, com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Durante a realização do experimento foram coletados junto à estação meteorológica situada na FEPE da FE/UNESP, os dados diários referentes às temperaturas máxima, média e mínima, e precipitação pluvial (Figura 1).

Figura 1. Valores de temperaturas máxima, média e mínima, e precipitação pluvial referente ao período de condução do experimento, e desenvolvimento da cultura da soja, Selvíria - MS, 2016/2017.



Fonte: Próprio Autor.

Antes da instalação do experimento foi realizada a amostragem do solo para análise química na profundidade de 0,0 - 0,20 m, de acordo com a metodologia descrita por Raij (2011), para caracterização de sua fertilidade, cujos resultados foram: P (resina) = 35 mg dm⁻³, MO = 27 g dm⁻³, pH (CaCl₂) = 5,5; K = 2,9 mmol_c dm⁻³; Ca = 37 mmol_c dm⁻³; Mg = 29 mmol_c dm⁻³; H+Al = 29 mmol_c dm⁻³, Al = 0 mmol_c dm⁻³; SB = 68,9 mmol_c dm⁻³ e CTC = 98,3 mmol_c dm⁻³ e V% = 69.

A área vem sendo cultivada com culturas anuais em sistema plantio direto há seis anos e como cultura antecessora havia milho em consórcio com capim-marandu e/ou guandu-anão (Março/2016) destinado para produção de silagem. O experimento foi instalado em área de sequeiro, em condições de Cerrado de baixa altitude.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 5x2, com 4 repetições, sendo milho segunda safra (safrinha) semeado em consórcio apenas com guandu-anão, em cinco densidades de semeadura (0, 6, 12, 18 e 24 sementes m⁻¹), e em consórcio com o capim *Uruchloa brizantha* cv Marandu na linha e guandu-anão na entrelinha, resultando nos seguintes tratamentos:

- a) Milho safrinha (sem consórcio do capim Marandu) em 5 densidades de semeadura do guandu-anão (0, 6, 12, 18 e 24 sementes m⁻¹) e
- b) Milho safrinha em consórcio com *Uruchloa brizantha* cv. Marandu e 5 densidades de semeadura do guandu-anão (0, 6, 12, 18 e 24 sementes m⁻¹).

O experimento foi composto de 40 parcelas, em que cada uma apresentava 20 m de comprimento e 3,6 m de largura, sendo a área útil de avaliação composta por 3 linhas centrais com 18 m de comprimento de cada parcela.

3.3 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

A semeadura do milho ocorreu em maio de 2016, em consórcio ou não com o capim Marandu (VC de 60% com 7 kg sementes ha⁻¹) na linha, semeado mecanicamente por meio de semeadora-adubadora provida de terceira caixa onde foram acondicionadas as sementes do capim, com mecanismo sulcador tipo haste (facão), em SPD, na profundidade de 0,06 m.

A densidade de semeadura do milho foi de 3,3 sementes por metro, almejando uma população em torno de 73.333 plantas ha^{-1} , utilizando-se o híbrido triplo DKB 350 YR, espaçado de 0,45 m entrelinhas. O guandu-anão (cv. Aratá) foi semeado nas entrelinhas do milho, também no espaçamento de 0,45 m, utilizando as densidades de 0, 6, 12, 18 e 24 sementes m^{-1} com a mesma semeadora utilizada para o milho, com mecanismo sulcador tipo haste. A semeadura do guandu anão ocorreu no mesmo dia da semeadura do milho com ou sem a braquiária.

A colheita do milho, capim Marandu e o guandu-anão foi realizada no mês de setembro de 2016, objetivando a produção de silagem, na altura de corte de 0,30 m em relação à superfície do solo. Antes da instalação do experimento, 2 meses depois da colheita dos consórcios, após a rebrota do capim-marandu e guandu anão, foi realizada a dessecação da área visando a formação de palhada, utilizando-se o herbicida Glyphosate (1560 g ha^{-1} do i.a.), com posterior ceifa utilizando triturador horizontal de resíduos vegetais (Triton).

A soja, em sucessão, foi semeada em 15/11/2016, empregando a mesma área experimental dos consórcios antecessores. A cultivar semeada foi a BMX Potência RR, objetivando um estande de 240.000 plantas ha^{-1} em espaçamento de 0,45 m entre linhas, totalizando sete linhas em cada parcela. Antes da semeadura, as sementes foram tratadas com Vitavax-Thiram e inoculadas com inoculante líquido contendo bactérias do gênero *Bradyrhizobium japonicum* (600.000 células/grama de sementes), e a adubação de base constou de 370 kg ha^{-1} do formulado NPK 04-20-20, não sendo realizada nenhuma adubação adicional na soja.

Conforme as necessidades da cultura efetuaram-se aplicações de herbicidas, inseticidas e fungicidas, na seguinte sequência: 05/12/2016: Glifosato ($1,56 \text{ kg i.a. ha}^{-1}$), clorimurom etílico (15 g i.a ha^{-1}) e cletodim (96 g i.a ha^{-1}) + 1% de óleo mineral (v/v); 06/01/2017: 129 g ha^{-1} i.a. de metomil, 24 g ha^{-1} i.a. flubendiamida, 80 e 10 g ha^{-1} i.a. de imidacloprido + beta-ciflutrina e $79,8 + 30 \text{ g ha}^{-1}$ i.a. de piraclostrobina + epoxiconazol; 25/01/2017: 129 g ha^{-1} i.a. de metomil, 10 g ha^{-1} i.a. de clorantraniliprole, $28,2 + 21,2 \text{ g ha}^{-1}$ i.a. de tiametoxam + lambda-cialotrina, $60 + 24 \text{ g ha}^{-1}$ i.a. de azoxistrobina + ciproconazol; 02/02/2017: 129 g ha^{-1} i.a. de metomil, 24 g ha^{-1} i.a. flubendiamida e 80 e 10 g ha^{-1} i.a. de imidacloprido + beta-ciflutrina; 15/02/2017: 80 e 10 g ha^{-1} i.a. de imidacloprido + beta-ciflutrina e 24 g ha^{-1} i.a. flubendiamida. Entretanto, mesmo com todo este controle fitossanitário, houve alta incidência de ácaro rajado (*Tetranychus urticae*) na fase reprodutiva da soja, o que pode ter alterado sua área foliar e interferido no enchimento de grãos, consequentemente na produtividade da cultura.

3.4 AVALIAÇÕES NA SOJA APÓS OS CONSÓRCIOS

Para determinação de teores de nutrientes, no período do florescimento da soja (R1), foi realizada amostragem foliar, coletando-se o terceiro trifólio a partir do ápice da planta, em 30 plantas de cada unidade experimental. As folhas coletadas foram lavadas em água destilada, armazenadas em sacos de papel e secas em estufa de circulação forçada a 65°C por 72 horas. Em seguida as mesmas foram moídas em moinho tipo Willey para avaliação dos teores de macronutrientes da parte aérea conforme metodologia proposta por Malavolta et al. (1997). Nesse mesmo estágio (R1), determinaram-se as leituras indiretas do teor foliar de clorofila (índice de clorofila Falker, ICF) com clorofilômetro digital CFL 1030 (Falker, Porto Alegre, RS). As leituras foram realizadas, utilizando-se, em média, dez folhas por parcela (MALAVOLTA et al., 1997).

A colheita da soja ocorreu em março de 2017, onde foram coletadas dez plantas na área útil para determinação das alturas de inserção da primeira vagem e de plantas, número de vagens por planta, bem como o número de grãos por vagem. Foram colhidas manualmente todas as plantas em 6 m de cada unidade experimental e trilhadas em trilhadora mecânica para determinação da produtividade. Posteriormente, foi feita a correção da umidade para 13% (base úmida) e calculada a produtividade (kg ha^{-1}). De cada tratamento foi separada uma amostra de grãos e levada ao laboratório para contagem em contador eletrônico e determinação da massa de 100 grãos em balança eletrônica de precisão (0,01 g).

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, e em seguida à análise de variância ANOVA pelo teste F ($p \leq 0,05$). O efeito do residual com ou sem Capim foram comparados pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Enquanto que o efeito da densidade de semeadura do guandu-anão, quando significativo, foi avaliado por análise de regressão ($p \leq 0,05$). A análise foi realizada utilizando o software SISVAR® (FERREIRA, 2008).

3.6 ANÁLISE ECONÔMICA

A análise de desempenho econômico dos sistemas de produção da cultura da soja foi realizada segundo a metodologia de cálculo operacional de produção. Após comparar o custo

operacional total e a receita bruta obtida com a venda dos produtos advindos da atividade agrícola, realizou-se o cálculo do lucro operacional e índice de lucratividade. Para o cálculo dos custos foi adotada a estrutura utilizada pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA) e proposta por Matsunaga et al. (1976) e Montes et al. (2006), por meio das seguintes equações:

$$COT = COE + \text{juros} + \text{outras despesas} + D \quad (1)$$

Onde:

COT – custo operacional total;

COE – custo operacional efetivo, calculado pela soma dos gastos com operações mecanizadas, operações manuais e insumos utilizados;

Juros – juros de custeio, calculados considerando a taxa de juros utilizada em operações de crédito rural como 5,5% sobre 50% do COE;

Outras despesas – calculadas considerando 5% do COE;

D – depreciação linear, calculada proporcional ao ciclo de cultivo pela equação II.

$$D = (VI - VF)/VU \quad (2)$$

Sendo:

VI – valor inicial do implemento ou maquinário;

VF – valor final do implemento ou maquinário;

VU – vida útil do implemento ou maquinário.

Os custos das operações mecanizadas foram obtidos do Agrianual (2016), sendo considerado uma carga de trabalho do equipamento de 400 horas por ano para estimativa do seu valor final. Considerou-se 20% da vida útil do implemento. Os coeficientes técnicos e os valores unitários utilizados foram obtidos junto aos técnicos e produtores regionais que trabalham com essas culturas e apresentam nível tecnológico semelhante ao utilizado no trabalho. Os preços de insumos foram consultados em estabelecimentos comerciais de produtos agropecuários da região.

Para cálculo da lucratividade dos sistemas de produção estudados adotou-se a metodologia proposta por Martin et al. (1998), com as seguintes equações:

$$RB = \text{produção} \times \text{preço unitário} \quad (3)$$

$$LO = RB - COT \quad (4)$$

$$IL = (LO/RB) \times 100 \quad (5)$$

$$PreE = COT/Produtividade \quad (6)$$

$$ProE = COT/preço médio \quad (7)$$

Onde:

RB – receita bruta, representa o valor total recebido pelo produtor por sua produção;

LO – lucro operacional, representa a diferença entre os custos e os ganhos do produtor. Pode ser considerado o lucro ou o prejuízo da atividade;

IL – índice de lucratividade, representa a proporção do lucro obtido com a venda dos produtos sobre o valor gasto para produzir;

PreE – preço de equilíbrio, representa o preço unitário mínimo que o produto deve ser comercializado para cobrir os gastos com a atividade;

ProE – produtividade de equilíbrio, representa a produtividade mínima que o produtor deve obter para cobrir os gastos com a atividade.

Os valores de comercialização dos produtos estudados foram obtidos em consulta ao Agrolink (2016) para o comércio regional na época das respectivas colheitas, considerado para o valor da soja R\$ 64,00 por saca, valor correspondente à Março de 2016. Os custos de produção da soja foram calculados considerando os custos operacionais do experimento antecessor, e os componentes da lucratividade foram baseados nas somas dos COTs de cada componente da parcela experimental estudada.

Em razão de a pesquisa ter sido desenvolvida em área pertencente à FEPE da FE/Unesp, não se consideraram os custos fixos da atividade, como remuneração da terra, pró-labore do produtor e juros de instalações, benfeitorias, máquinas e equipamentos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CONCENTRAÇÕES DE NUTRIENTES FOLIARES

Para os teores de macronutrientes foliares na soja, não foi observado efeito significativo para N, P, Ca, Mg e S em função da interação entre os tratamentos e nem ajustes significativos para densidades de guandu-anão antecessores à soja (Tabela 1). Parente et al. (2014) observaram resultados semelhantes para os teores foliares na soja para N, P, Ca, Mg e S quando avaliaram o efeito de doses de N (0 a 40 kg ha⁻¹) aplicados na semeadura (adubação de “arranque”) utilizando a mesma cultivar BMX Potência RR. No entanto, os teores nutricionais obtidos não foram limitantes para o desenvolvimento da cultura (MALAVOLTA et al, 1997).

Tabela 1. Teores foliares de N, P e K, Ca, Mg e S em soja cultivada em residual de consórcios de milho com guandu-anão em cinco densidades de semeadura, com e sem capim *Urochloa brizantha*, no ano agrícola de 2016.

	N	P	K	Ca	Mg	S	ICF
Tratamentos	(g kg ⁻¹)						
<u>Semeadura</u>							
Com Capim	36 a	4,1 a	21,0	7,7 a	3,0 a	2,0 a	45 a
Sem Capim	32 b	3,9 b	20,4	7,1 b	3,1 a	2,0 a	44 a
S (P>f)	0,001*	0,001*	0,08 ns	0,002*	0,32 ns	0,08 ns	0,38 ns
<u>Densidade</u>							
0	37	4,3	19,7	7,2	2,7	1,9	42
6	38	3,8	20,4	8,3	3,2	2,0	44
12	37	4,0	21,0	7,8	2,8	2,1	48
18	34	4,0	21,7	7,9	3,3	2,1	46
24	37	4,4	22,4	7,4	3,1	2,0	41
D (P>f)	0,0634*	0,1108 ns	0,0001**	0,0837 ns	0,0850 ns	0,0821 ns	0,0029**
Modelo de equação	-	-	-	-	-	-	Q
R ²	-	-	-	-	-	-	-
D x S	0,6286 ns	0,4549 ns	0,00001**	0,9532 ns	0,7921 ns	0,2916 ns	0,0218*
CV%	7,01	5,99	5,58	10,27	7,06	5,94	4,64

Nota: Médias seguidas por mesma letra na coluna, para diferentes tratamentos, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ** e *: significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo Teste F, respectivamente. ns não significativo. CV: coeficiente de variação.

Fonte: Próprio Autor.

Os teores nutricionais foram considerados adequados na matéria seca das folhas para a cultura da soja, exceto para o N com 37 g kg^{-1} , abaixo do nível de suficiência adequado ($40\text{-}54 \text{ g kg}^{-1}$) para a cultura (RAIJ et al., 2011). Houve efeito isolado e de forma positiva, no tratamento com residual de capim- marandu para os teores de N foliar. Provavelmente, devido ao consórcio antecessor ter sido direcionado para a produção de silagem, com a retirada de quase toda massa vegetal (altura de 0,30 m acima do solo), houve maior exportação de nutrientes, principalmente de N, e assim o capim após a rebrota deixou mais massa vegetal para a ciclagem na decomposição após a dessecação e semeadura da soja em sucessão. A produção de silagem de milho, tem alta extração e exportação de nutrientes, especialmente de K (JAREMTCHUK et al., 2006).

Além disso, a rebrota do guandu-anão foi quase inexistente. Por outro lado, o tratamento com capim não foi afetado por esse tipo de manejo, devido ao hábito de crescimento mais prostrado e rebrota da braquiária, disponibilizando maior quantidade de material vegetal para cobertura do solo e ciclagem de nutrientes pelo processo de decomposição e mineralização gradual de palhada de alta relação C/N, e posterior nutrição da soja em sucessão com sincronismo desta disponibilização de nutrientes, pois, de acordo com Hungria et al. (2007 e 2011), a adição de palhada, pela decomposição da matéria orgânica é capaz de fornecer de 10 a 15 kg ha^{-1} de N para a cultura sucessora.

Os teores de K na soja em sucessão apresentaram interação significativa entre os tratamentos. Para o Mg e o S, não houve diferenças significativas em função da presença ou não do capim antecessor. Enquanto que para N, P e Ca, os maiores teores foliares foram obtidos no cultivo residual com capim. É possível que esse efeito esteja relacionado com a ciclagem de nutrientes proporcionada pelo acúmulo deles na biomassa da *Urochloa* e liberados na decomposição. De acordo com Pacheco et al. (2013), a sobressemeadura de *Urochloa ruziziensis* na soja e o consórcio de milho + *Urochloa ruziziensis* destacaram-se na produção de fitomassa seca, taxa de cobertura do solo e acúmulo de nutrientes no cerrado piauiense, com destaque para nitrogênio e potássio.

No desdobramento para o teor foliar de K (Tabela 2) houve grande variação entre os tratamentos com e sem capim. Com a densidade de $18 \text{ sementes m}^{-1}$ de guandu, no cultivo com capim, houve maior média e diferiu significativamente do cultivo sem capim. A presença do capim como cobertura do solo funciona como depósito de K, e segundo Ferreira et al. (2011), o residual de K é fortemente influenciado pela cultura antecessora, tendo sua liberação relacionada com variáveis climáticas, como temperatura e umidade local, que nas condições de cultivo locais favorecem a liberação rápida pelas altas temperaturas e umidade do solo,

além do fato de que o K não ter papel estrutural na planta, sendo disponibilizado rapidamente no solo.

Comprovando tal afirmativa, Pariz et al. (2017) ao avaliarem os efeitos de *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã intercalada na produção de milho colhido para silagem na ciclagem de nutrientes, observaram que o efeito residual do milho resultou em maior concentração de nutrientes foliares na soja, destacando também a eficiência de ciclagem do K no solo. Essa eficiência também foi evidenciada por Garcia et al. (2008), no qual o aumento de K trocável foi observado após dessecação da *Urochloa brizantha* intercalada com milho.

O potássio, por estar presente na forma iônica (K^+) nos tecidos, tem seu retorno ao solo logo após a senescência das plantas. Dessa maneira, tem-se a ciclagem da maior parte do K (PAVINATO et al., 2008) liberado aos 30 dias após dessecação ou manejo de corte das plantas, que no presente trabalho, em R1 (período de coleta de folhas da soja) estava com 45 dias após a dessecação do material vegetal antecessor.

Tabela 2. Desdobramento da interação entre densidade do guandu-anão e consórcios antecessores, para teores foliares de K da soja, no ano agrícola de 2016.

antecessores, para teores ionares de K da soja, no ano agrícola de 2010.							
Densidade	Teor de K (g kg ⁻¹)					Equação	R ²
	0	6	12	18	24		
<u>Capim</u>							
Sem	23 a	19 a	14 b	23 b	23 a	-----	ns
Com	19 b	20 a	22 a	25 a	19 b	Y=22,67 + 0,977x - 0,0439x ²	61,5%

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade.

**e *: significativo a 1 e 5% respectivamente. ^{ns}: não significativo. S: sem capim e C: com capim.

Fonte: Próprio Autor.

Apesar da interação significativa de K em função dos tratamentos, não houve relação com a produtividade de grãos de soja (Tabela 4). Este resultado difere do trabalho realizado por Parente et al. (2016), que constataram que o potássio reforçado por adubação em cobertura no milho promoveu efeito residual na cultura da soja cultivada em sucessão. No desdobramento para o teor de K, com e sem o capim (Tabela 2), não houve ajuste de regressão na ausência do capim Marandu, pois a rebota do guandu-anão foi muito pequena. Enquanto que na presença do capim, houve ajuste quadrático com ponto de máximo calculado para 11 sementes de guandu anão por metro, indicando que na competição pelo nutriente, esta seria a densidade adequada da leguminosa em consórcio com o milho e o capim Marandu antecessor à soja.

Para o índice de clorofila foliar da soja (ICF – Tabela 1) houve efeito da interação entre os tratamentos, cujo desdobramento consta na Tabela 3, onde verifica-se que apenas na densidade 12 sementes de guandu-anão por metro no consórcio antecessor apresentou efeito significativo na presença do capim Marandu, com o maior valor médio (47,7). Dentro da presença ou não do capim no consórcio com milho, houve ajuste quadrático quando da soja sob palhada resultante do consórcio triplo, com ponto de máximo ajustado para também 12 sementes por metro, semelhante aos resultados para os teores foliares de K (Tabela 2).

Tabela 3. Desdobramento da interação entre densidade do guandu-anão e consórcios antecessores, para Índice de clorofila foliar (ICF) de soja, no ano agrícola de 2016.

Densidade	ICF					Equação	R ²
	0	6	12	18	24		
Capim							
Sem	44,4 a	43,6 a	42,8 b	45,6 a	42,1 a	-----	ns
Com	41,8 a	44,2 a	47,7 a	46,5 a	41,3 a	Y= 41,8 + 0,971 x – 0,0395 x ²	89,9 %

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade. **e

*: significativo a 1 e 5% respectivamente. ^{ns}: não significativo. S: sem capim e C: com capim.

Fonte: Próprio Autor.

4.2 COMPONENTES MORFOLÓGICOS, DA PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA SOJA

Para a altura de plantas e de inserção da primeira vagem não foi observada diferença significativa ($p > 0,05$) em função do efeito isolado da densidade de semeadura do guandu-anão antecessor. Também não ocorreu interação entre os tratamentos (Tabela 4) para estes atributos morfológicos da soja, no entanto, para altura da planta, sabe-se que esta é influenciada pela duração do período vegetativo. Segundo Pereira Júnior et al. (2010), a altura mínima considerada normal para a cultura é de 0,80 a 0,96 m, pois estes valores reduzem as perdas de vagens que não são colhidas na colheita mecanizada (CHIODEROLI et al., 2012a). Sendo assim, o valor médio encontrado no presente trabalho está acima do mínimo requerido.

Em relação à altura de inserção da primeira vagem, Garcia et al. (2014) também não observaram diferenças ao avaliar a decomposição da palhada do consórcio milho/*Urochloa* e milho/*Panicum* e adubação nitrogenada residual para cultura da soja, entretanto, como pode ser verificado na Tabela 4, com o capim antecessor, a altura de inserção da primeira vagem

foi maior. Este resultado pode estar relacionado ao efeito da palhada que proporciona maior umidade no solo, e fornecimento de N, P e Ca com residual do capim.

Tabela 4. Altura de plantas (ALT), de inserção de primeira vagem (AIPV), estande final de plantas (EFP), número de vagens por planta (NVP), de grãos por vagem (NGV), massa de 100 grãos (M00) e produtividade da soja (PG) cultivada em residual do consórcio de milho com guandu anão em cinco densidades de semeadura, com ou sem capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu, no ano agrícola de 2016/17.

	ALT	AIPV	EFP	NVP	NGV	M100	PG
Semeadura	cm	cm	plantas ha ⁻¹	vagens planta ⁻¹	grãos vagem ⁻¹	g	kg ha ⁻¹
Com Capim	103 a	16 a	258055 a	45 b	2,1 b	12,9 a	2504
Sem Capim	104 a	14 b	230277 b	54 a	2,2 a	12,9 a	2672
S (P>f)	0,7080 ns	0,0033**	0,0469*	0,0063**	0,0213*	0,427 ns	0,7900 ns
Densidade	g						
0	106	15	215278	50	2,1	13,3	2685
6	102	15	243055	53	2,3	12,9	2902
12	101	15	240972	51	2,2	12,7	2273
18	106	16	278472	45	2,0	12,9	2457
24	103	16	243055	50	2,2	12,7	2844
D (P>f)	0,0501 ns	0,2967ns	0,080 ns	0,5110 ns	0,3555 ns	0,9738 ns	0,0125*
Equação	-	-	-	-	-	-	-
R ²	-	-	-	-	-	-	-
D x S	0,1321 ns	0,1677 ns	0,920 ns	0,0922 ns	0,1564 ns	0,5519 ns	0,8795 ns
CV%	3,63	10,61	17,28	19,37	23,22	5,58	17,86

Nota: Médias seguidas por mesma letra na coluna, para diferentes tratamentos, não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade. ** e *: significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo Teste F, respectivamente. ns não significativo. Em que: CV: coeficiente de variação.

Fonte: Próprio Autor.

O número de vagens por planta e de grãos por vagem foram mais expressivos no cultivo da soja sem o residual do capim-marandu (Tabela 4). Entretanto, o menor estande de plantas foi encontrado neste tratamento sem capim (Tabela 4). Isso pode ser atribuído à capacidade de compensação que as plantas de soja apresentam quando há redução da densidade de plantas, aumentando a produção individual de legumes, principalmente em cultivares com hábito de crescimento indeterminado como a aqui utilizada. Para Procópio et al. (2013), a soja possui alta habilidade em compensar menores densidades de plantas, principalmente formando maior número de legumes por indivíduo, quando da redução de população. Quanto ao número de vagens/planta, no tratamento com o residual do capim, em

média havia 50 vagens nas plantas de soja. Resultados semelhantes foram relatados por Krutzmann et al. (2013) sob palhada de *U. brizantha* cv. Marandu com 52,3 vagens/planta.

O estande final de plantas (EFP) de soja foi influenciado de forma isolada pelo efeito residual do capim em relação ao sem capim (Tabela 4). Resultados semelhantes foram observados por Krutzmann et al. (2013) na consorciação de brizantha com capim-Tanzânia antecessores à soja. Contudo, resultados contrários aos observados no presente trabalho são relatados na literatura (NASCENTE; CRUSCIOL, 2012; CHIODEROLI et al., 2012), que podem ser atribuídos aos fatores abióticos, principalmente o clima e solo de cada região. Nesse contexto, é provável que, devido à ausência de palhada na superfície do solo da parcela sem capim, e a palhada do guandu-anão ser de decomposição rápida, houve menor retenção de água na superfície do solo no momento da germinação que pode ter influenciado no crescimento inicial das plântulas de soja (Figura 1). O EFP da soja não foi influenciado pelos efeitos isolados de densidade de semeadura do guandu e nem pela interação de densidade e consórcios antecessores (Tabela 4).

Quanto à massa de 100 grãos e produtividade da soja, não houve interação significativa entre os tratamentos (Tabela 4). Resultados semelhantes foram obtidos por Krutzmann et al. (2013), com a soja implantada sobre diferentes coberturas vegetais, onde constatou-se que a produtividade da soja não foi influenciada pela cobertura vegetal advinda de pastos de *Urochloa ruziziensis* e *U. brizantha* cv. Marandu consorciados com capim Tanzânia. Contrariamente a estes resultados, em trabalho realizado por Chioderoli et al. (2012a), a produção de grãos de soja cultivada sobre os resíduos de braquiária (*Urochloa brizantha* cv Marandu) atingiram valores acima da média regional em áreas de alta tecnologia, com média geral de 4,1 Mg ha⁻¹. Pacheco et al. (2011), em Rio Verde-GO, observaram que a produtividade de soja não foi influenciada quando cultivada sobre os resíduos de *Urochloa ruziziensis*, *Urochloa brizantha* cv Marandu, milheto (*Pennisetum glaucum*), consórcio braquiária+guandu (*Urochloa ruziziensis* + *Cajanus cajan*) e pousio.

O capim antecessor não alterou a produtividade de grãos de soja pelo efeito compensatório entre os demais componentes da produção, pois mesmo com maior número de vagens por plantas e de grãos por vagem sem o capim, o maior estande foi na sua presença, enquanto que na massa de 100 grãos não houve efeito dos tratamentos (Tabela 4).

4.3 DESEMPENHO ECONÔMICO DA PRODUÇÃO DE GRÃOS DE SOJA EM SUCESSÃO AO CONSÓRCIO DE MILHO COM COM *Urochloa brizantha* CV. MARANDU E/OU GUANDU-ANÃO

Os custos operacionais (operações e insumos) registrados no experimento, para obtenção do desempenho econômico dos sistemas de produção avaliados foram extrapolados para um hectare (Tabelas 5 e 6). O custo operacional total (COT) foi o mesmo utilizado em todos os tratamentos testados, com a soja em sucessão no ano agrícola 2016/2017 (Tabela 5). É importante destacar, que não foram contabilizados os gastos gerados pelo experimento antecessor e nem os lucros da produção de silagem. Sendo assim, os componentes econômicos consideraram apenas o histórico da área, e as diferentes produtividades da soja.

Os investimentos iniciais com preparo de solo e calagem não foram considerados nesta pesquisa, principalmente pelo histórico em sistema plantio direto (SPD) e pela adequada fertilidade do solo, onde realizou-se apenas a dessecação da rebrota dos tratamentos antecessores para posterior implantação da cultura da soja.

As operações e os insumos representaram valores semelhantes, com 44% do custo operacional total (R\$ 1017,97 por operações e R\$ 1027,92 por insumos) para ambos. Entretanto, Pascoaloto et al. (2017) encontraram gastos inferiores com essas operações, que representaram 29% de todo o gasto da instalação da soja em sucessão aos consórcios de sorgo forrageiro com guandu-anão e/ou capins Marandu e Tanzânia. Dentro das operações, o maior valor investido foi na semeadura 40% (R\$ 404,62), que foi realizada simultaneamente com a adubação de semeadura, resultando em um único custo-máquina, seguido das pulverizações 27% (R\$ 275,91) e colheita 25% (R\$ 257,16).

Em decorrência da incidência de pragas e doenças que poderiam comprometer a produtividade e a qualidade final dos grãos, foram realizadas quatro pulverizações para controle de ferrugem, lagartas, percevejos e ácaros, sempre que necessário, aumentando o custo de produção. Apesar dessa operação ter sido um pouco mais onerosa que a colheita de grãos, os gastos não foram tão significativos como seriam caso o objetivo fosse a colheita de sementes, como mostraram Oliveira et al. (2015), que tiveram um gasto 140% maior com pulverizações que com a colheita, pois as sementes devem ser livres de patógenos e o controle deve ser preventivo e não curativo.

Tabela 5 - Custo operacional total das operações e insumos utilizados na produção de soja cultivada em residual de consórcio de milho com guandu anão na população de 24 sementes m⁻¹ e com capim Marandu, no ano agrícola de 2016/17 no Cerrado.

Descrição	Espec.	Coeficiente	Valor unitário (R\$)	ValorTotal (R\$)
A - Operações				
Roçagem Triton	HM	0,50	75,66	37,83
Dessecação	HM	0,50	84,92	42,46
Semeadura+adubação	HM	2,29	176,69	404,62
Pulverizações	HM	0,76	90,76	275,91
Colheita	HM	2,78	92,50	257,15
SUBTOTAL A				1017,97
B - Insumos				
Adubo N-P-K (04-20-20)	t	0,37	87,00	32,19
Sementes Soja	sc	0,70	168,00	117,60
Vitavax Thiran	L	0,42	4,90	2,06
Inoculante	L	0,30	4,50	1,35
Gliphosate WG	t	0,01	112,00	3,14
Clethodim	L	1,39	144,00	200,16
Clorimuron	L	0,05	2,00	0,10
Opera	L	2,08	49,44	102,84
Lorsban	L	2,77	25,30	70,08
Connect	L	2,77	80,64	446,75
Lannat	L	2,77	16,32	45,21
Belt	L	0,17	38,00	6,46
SUBTOTAL B				1027,92
Custo Operacional Efetivo (COE)				2045,89
Depreciação				139,44
Outras despesas				102,29
Juros de Custeio				18,75
Custo Operacional Total (COT)				2306,38

Nota: *5% COE

Fonte: Próprio Autor.

No geral, dentro dos custos com os insumos, os defensivos agrícolas, principalmente os da classe dos herbicidas como o Connect, foram os componentes que demandaram maiores gastos no custo de produção (R\$ 876,72), totalizando 85% de todo o custo com os insumos, sendo que apenas este produto foi responsável por 43% (R\$ 446,75) de todo o valor gasto com insumos.

Os dados correspondentes aos indicadores de rentabilidade estão apresentados na Tabela 6. Verifica-se que, em relação ao modo de semeadura, os menores índices de lucratividade foram nos tratamentos com capim. Por apresentar a menor produtividade de soja em sucessão, o tratamento com capim e na densidade 6 de sementes m^{-1} do guandu anão proporcionou a menor receita bruta, lucro operacional e índice de lucratividade com valores negativos (-13,80 %).

O maior valor de índice de lucratividade (27,16 %) foi verificado no tratamento sem capim Marandu e guandu anão, isso se deve ao fato deste tratamento atingir uma produtividade média de 49 sacas ha^{-1} valor este considerado acima da média nacional (CONAB, 2016), também foi maior do que a produtividade de equilíbrio calculada.

Vale ressaltar que, nos tratamentos sem capim e guandu-anão, a extração de nutrientes foi menor, pois a produção de silagem de milho, principalmente consorciada, promove alta extração e exportação de nutrientes, com a retirada de quase toda massa vegetal. Entretanto, deve-se ressaltar que o cultivo exclusivo de milho para ensilagem não proporciona palhada suficiente para continuidade do SPD.

Tabela 6. Custo operacional total (COT), produtividade total, lucro operacional (LO), índice de lucratividade (IL), receita bruta (RB), preço de equilíbrio (PE), produtividade de equilíbrio (PE), obtidos em soja cultivada em sucessão à consórcios, no ano agrícola de 2016/17.

Tratamentos		sc ha^{-1}	COT	RB	LO	PE	PR	IL
Semeadura	Dens	(60 kg)			R\$			%
SCAPM	0	49	2306,38	3166,38	860,00	33,92	47,07	27,16
SCAPM	6	38	2306,38	2410,01	103,63	33,92	60,69	4,30
SCAPM	12	35	2306,38	2231,37	-75,01	33,92	65,9	-3,36
SCAPM	18	41	2306,38	2621,12	314,74	33,92	56,25	12,01
SCAPM	24	47	2306,38	3034,18	727,80	33,92	49,07	23,99
CCAPM	0	44	2306,38	2813,91	507,53	33,92	52,42	18,04
CCAPM	6	32	2306,38	2026,71	-279,67	33,92	72,07	-13,80
CCAPM	12	41	2306,38	2638,91	332,53	33,92	56,25	12,60
CCAPM	18	46	2306,38	2944,69	638,31	33,92	50,14	21,68
CCAPM	24	44	2306,38	2836,27	529,89	33,92	52,42	18,68

Nota: **SCAPM** – sem capim; **CCAPM** – com capim.

Fonte: Dados do próprio autor.

Dentre os tratamentos com capim, ao comparar as densidades de guandu-anão de 6, 12, 18 e 24 sementes m^{-1} , o valor de 18 destaca-se com o melhor equilíbrio entre a média e produtividade e o índice de lucratividade (21,68%). Dessa forma, o produtor que decidir

implantar o guandu-anão em consórcio com o milho e o capim Marandu para produção de silagem, visando a lucratividade da soja em sucessão, dispõe de população adequada neste valor de 18 sementes m^{-1} .

No modo de semeadura sem capim, as densidades de guandu-anão de 6, 12, 18 e 24 sementes m^{-1} foram as que proporcionaram menores produtividades da soja em sucessão, com índice de lucratividade abaixo de 25%, o que pode ser explicado pela rebrota do guandu ter sido quase inexistente, e pela ausência de material vegetal, ocasionando menor liberação de nutrientes com efeitos positivos nas propriedades físicas e químicas do solo, bem como pela maior exportação de material vegetal e nutrientes na silagem.

5 CONCLUSÕES

Para o adequado estado nutricional e crescimento da soja em sucessão ao milho para silagem, recomenda-se o consórcio antecessor de milho com capim Marandu e guandu-anão na população de 12 sementes m^{-1} .

Do ponto de vista econômico, e de acordo com os índices de lucratividade, considerando implantar a soja em sucessão ao consórcio antecessor para a produção de silagem, recomenda-se realizar o cultivo sem o guandu-anão e sem capim.

No consórcio de milho para continuidade do SPD, a melhor opção é o capim Marandu, para produção de silagem, e o guandu-anão, na população de 18 sementes m^{-1} pelo maior índice de lucratividade.

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL. Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: Informa Economics/FNP, 2016.
- AGROLINK. **Cotações ao produtor**. [S. l], 2016. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/cotacoes/>>. Acesso em: 01 mar. 2017.
- ALVES, V. B.; PADILHA, N. de S.; GARCIA, R. A.; CECCON, G. Milho safrinha consorciado com *Urochloa ruziziensis* e produtividade da soja em sucessão. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 12, n. 3, p. 280-292, 2013.
- BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; SILVA, V. P. D.; MORAES, A.; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R.C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H.P.; FRANCHINI, J. C.; GALERAN, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 10, p. 110-114, 2011.
- BARDUCCI, R. S.; COSTA, C.; CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, E. PUTAROV. T. C.; SARTI, L. M. N. Produção de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* com milho e adubação nitrogenada. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 58, n. 222, p. 211-222, 2009.
- BRASIL. Secretaria de Política Agrícola. **Plano agrícola e pecuário 2010-2011**. Brasília, DF, 2010. 48 p.
- BERTIN, E. G.; ANDRIOLI, I.; CENTURION, J.F. Plantas de cobertura em pré-safra ao milho em plantio direto. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 3, p. 379-386, 2005.
- BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C.; MATEUS, G. P.; NASCENTE, A. S.; MARTINS, P. O. Intercropping time of corn and palisadegrass or guineagrass affecting grain yield and forage production. **Crop Science**, Madison, v. 53, n. 2, p. 629-636, 2013.
- BROCH, D. L.; RANNO, S. K. Fertilidade do solo, adubação e nutrição da cultura da soja. Maracaju. In: FUNDAÇÃO MS. **Tecnologia de produção de soja e milho**. Campo Grande, 2012. p. 39
- CALVO, C. L.; FOLONI, J. S. S.; BRANCALIÃO, S. R. Produtividade de fitomassa e relação C/N de monocultivos e consórcios de guandu-anão, milheto e sorgo em três épocas de corte. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 1, p. 77- 86, 2010.
- CHIODEROLI, C. A.; MELLO, L. M. M.; GRIGOLLI, P. J.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, J. O. R.; CESARIN, A. L. Atributos físicos do solo, produtividade de soja em sistema de consórcio milho, braquiária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 1, p. 37-43, 2012a.
- CHIODEROLI, C. A.; SILVA, R. P.; NORONHA, R. H. F.; CASSIA, M. T.; SANTOS, E. P. Perdas de grãos e distribuição de palha na colheita mecanizada de soja. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 1, p. 112-121. 2012b.

CHIODEROLI, C. A. **Consortiação de Urochloa com milho em sistema plantio direto como cultura antecessora da soja de verão**. 2013. 174 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2013.

COELHO, H. A.; FILHO, H. G.; BARBOSA, R. D.; ROMEIRO, J. C. T.; POMPERMAYER, G. V.; LOBO, T. F. Eficiência agrônômica da aplicação foliar de nutrientes na cultura da soja. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 4, n. 11, p. 73-78, 2011.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2015/2016**. Brasília, DF, 2016. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 13 nov. 2016.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; ULIAN, N. A.; COSTA, B. S.; PARIZ, C. M.; CAVASANO, F. A.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Produtividade da soja sobre palhada de forrageiras semeadas em diferentes épocas e alterações químicas no solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 10, n. 1, p. 8-16, 2015.

CRUSCIOL, C. A. C.; NASCENTE, A. S.; MATEUS, G. P.; PARIZ, C. M.; MARTINS, P. O.; BORGHI, E. Intercropping soybean and palisade grass for enhanced land use efficiency and revenue in a no till system. **European Journal of Agronomy**, Londres, v. 58, p.53–62, 2014.

CRUSCIOL CAC, MATEUS GP, NASCENTE AS, MARTINS PO, BORGHI E, PARIZ CM. An innovative crop-forage intercrop system: early cycle soybean cultivars and palisadegrass. **Agronomy Journal**, Madison, v. 104, p. 1085-1095, 2012.

CRUZ, S. C. S. **Doses de potássio no sistema integração lavoura: pecuária**. 2009. 117 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa Solos, 2013. p. 352.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **BRS Paiguás, uma nova força para a pecuária**. Brasília, DF: Embrapa Gado de Corte, 2015. Disponível em: <<http://www.unipasto.com.br/produtos/brs-paiaguas.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2015.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Coarse Grains**. [S. l.], 2018. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC>>. Acesso em: 03 jan. 2018.

FERREIRA, E. V. O.; ANGHINONI, I.; ANDRIGHETTI, M. H.; MARTINS, A. P.; CARVALHO, P. C. F. Ciclagem e balanço de potássio e produtividade de soja na integração lavoura-pecuária sob semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 35, n. 1, p. 161- 169, 2011.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.

GARCIA, C.M. de P.; ANDREOTTI, M.; TARSITANO, M.A.A.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M.; LIMA, A.E. da S.; BUZETTI, S. Análise econômica da produtividade de grãos de milho consorciado com forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum* em sistema plantio direto. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 59, p. 157-163, 2012.

GARCIA, C. M. D. P.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; LOPES, K. S. M.; BUZETTI, S. Decomposição da palhada de forrageiras em função da adubação nitrogenada após o consórcio com milho e produtividade da soja em sucessão. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 2, p. 143-152, 2014.

GARCIA, R. A., CRUSCIOL, C. A. C., CALONEGO, J. C., ROSOLEM, C. A. Potassium cycling in a corn-brachiaria cropping system. **European Journal of Agronomy**, Londres, v. 28, p. 579–585. 2008.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasiliense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 36 p. (Documentos, 325),

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I, C. **A importância do processo de fixação biológica no nitrogênio para a cultura da soja**: componentes essenciais para a competitividade do produto brasileiro. Londrina: Embrapa Soja; Embrapa Cerrados, 2007. 80 p. (Documentos, 283).

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L.P. Opções de integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 131-141.

JAREMTCHUK, A. R.; COSTA, C.; MEIRELLES, P. R. L.; GONCALVES, H. C.; OSTRENSKY, A.; KOSLOWSKI, L. A.; MADEIRA, H. M. F. Yield, chemical composition and potassium soil removal by corn crops grown for silage production and harvested at two cut heights. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 28, n.3, p. 351–357. 2006.

KRUTZMANN, A.; CECATO, U.; SILVA, P.A.; TORMENA, C.A.; IWAMOTO, B. S.; MARTINS, E. N. Palhadas de gramíneas tropicais e rendimento da soja no sistema de integração lavoura pecuária. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 4, p. 842-851, 2013.

LEITE, B. B. **Avaliação da velocidade de plantio e densidade de Plantas na qualidade da semeadura de milho para Silagem**. 2015. 29 f. Tese (Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

MACHADO, L. A. Z.; VALLE, C. B. Desempenho agrônomo de genótipos de capim-braquiária em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 11, p. 1454-1462, 2011.

MALAVOLTA, E; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.

MARTIN, N. B. et al. Sistema integrado de custos agropecuários - CUSTAGRI. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 28, p. 7-28, 1998.

MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; PARIZ, C. M.; BORGHI, E.; COSTA, C.; MARTELLO, J. M.; FRANZLUEBBERS, A. J.; CASTILHOS, A. M. Sidedress nitrogen application rates to sorghum intercropped with tropical perennial grasses. **Agronomy Journal**, Madison, v. 108, p. 433-47, 2016.

MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, E.; PARIZ, C. M.; COSTA, C.; SILVEIRA, J. P. F. Adubação nitrogenada de sorgo granífero consorciado com capim em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n.10, p.1161-1169, 2011.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 23, p. 123-139, 1976.

MONTES, S. M. N. M.; FIRETTI, R.; GOLLA, A. R.; TARSITANO, M. A. A. Custos e rentabilidade da batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) na região oeste do Estado de São Paulo: estudo de caso. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 36, p.15-23, 2006.

NASCENTE, A. S.; CRUSCIOL, C. A. C. Cover crops and herbicide timing management on soybean yield under no-tillage system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 2, p. 187-192, 2012.

NERES, M.A.; CASTAGNARA, D. D.; SILVA, F. B.; OLIVEIRA, P. S. R.; MESQUITA, E. E.; BERNARDI, T. C.; GUARIANTI, A. J.; VOGT, A. S. L. Características produtivas, estruturais e bromatológicas dos capins Tifton 85 e Piatã e do feijão-guandu cv. Super N, em cultivo singular ou em associação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 5, p. 862-869, 2012.

OLIVEIRA, P. **Consórcio de milho com adubos verdes e manejo da adubação nitrogenada no cultivo de feijão em sucessão no sistema Integração Lavoura-Pecuária no Cerrado**. 2010. 125 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Esalq, Piracicaba, 2010.

OLIVEIRA, L. B.; PIRES, A. J. V.; VIANA, A. E. S.; MATSUMOTO, S. N.; CARVALHO, G. G. P.; RIBEIRO, L.S. O. Produtividade, composição química e características agrônômicas de diferentes forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 12, p. 2604-2610, 2010.

OLIVEIRA, C. O.; LAZARINI, E.; TARSITANO, M. A. A.; PINTO, C. C.; SÁ, M. E.. Custo e lucratividade da produção de sementes de soja enriquecidas com molibdênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, p. 82-88, 2015.

PACHECO, L. P.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. de A.; ASSIS, R. L.; COBUCCI, T.; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, p. 17-25, 2011.

PACHECO, L. P.; PIRES, F. R.; MONTEIRO, F. P.; PROCOPIO, S. O.; ASSIS, R. L.; CARMO, M. L.; PETTER, F. A. Desempenho de plantas de cobertura em sobressemeadura na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 7, p. 815-823, 2008.

PACHECO, L. P.; MONTEIRO, M. M. S.; SILVA, R. F.; SOARES, L. S.; FONSECA, W. L.; NÓBREGA, J. C. A.; PETTER, F. A.; ALCÂNTARA NETO, F.; OSAJIMA, J. A. Produção de fitomassa e acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura no cerrado piauiense. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 3, p. 237-246, 2013.

PARENTE, T. L. **Adubação nitrogenada em genótipos de soja associada à inoculação em semeadura direta no cerrado**. 2014. 49 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2014.

PARENTE, T. L., LAZARINI, E., CAIONI, S., DE SOUZA, L. G. M., PIVETTA, R. S.; BOSSOLANI, J. W. Potássio em cobertura no milho e efeito residual na soja em sucessão. **Revista Agroambiente**, Boa Vista, v. 10, n. 3, p. 193-200, 2016.

PARIZ, C. M.; COSTA, C., CRUSCIOL, C. A. C., MEIRELLES, P. R. L., CASTILHOS, A. M., ANDREOTTI, M., COSTA, N. R., MARTELLO, J. M., SOUZA, D. M., PROTES, V. M., LONGHINI, V. Z., FRANZLUEBBERS, A. J. Production, nutrient cycling and soil compaction to grazing of grass companion cropping with corn and soybean. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Amsterdã, v. 107, p. 1-20, 2017.

PARIZ, C.M.; ANDREOTTI, M.; BUZETTI, S.; BERGAMASCHINE, A.F.; ULIAN, N.A.; FURLAN, L.C.; MEIRELLES, P.R.L.; CAVASANO, F.A. Straw decomposition of nitrogen-fertilized grasses intercropped with irrigated maize in an integrated crop-livestock system. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Brasília, DF, v. 35, p. 2029-2037, 2011.

PASCOALOTO, I. M.; ANDREOTTI, M.; CRUZ, S. S.; SABBAG, O. J.; BORGHI, E.; LIMA, G. C.; MODESTO, V. C. Economic analysis of sorghum consortia with forages or with dwarf pigeon pea succeeded by soybean or corn. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 52, n. 10, p. 833-840, 2017.

PAVINATO, P. S.; CARETTA, C. A.; GIROTTO, E.; MOREIRA, I. C. L. Nitrogênio e potássio em milho irrigado: análise técnica e econômica da fertilização. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 358 - 364, 2008.

PEREIRA JÚNIOR, P.; REZENDE, P. M.; MALFITANO, S. C.; LIMA, R. K.; CORRÊA, L. V. T.; CARVALHO, E. R. Efeito de doses de silício sobre a produtividade e características agrônomicas da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 908-913. 2010.

PINTO, J. F. **Comportamento de plantas de soja frente a falhas e duplas dentro de uma população**. 2010. 45 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2010.

PITOL, C.; GOMES, E. L.; ERBES, E. I. Avaliação de cultivares de soja em plantio direto sobre brachiárias. In: FUNDAÇÃO MS. **Resultados de pesquisa e experimentação: safra 2000/2001**. Maracajú, 2001. p. 40-48.

PROCÓPIO, S. O.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; PANISON, F. Plantio cruzado na cultura da soja utilizando uma cultivar de hábito de crescimento indeterminado. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, Belém, v. 56, n. 4, p. 319 - 325, 2013.

QUINTINO, A. CRUZ.; ALMEIDA, R. G.; ABREU, J. G.; MACEDO, M. C. M. Características morfogênicas e estruturais do capim-piatã em sistema de integração lavoura-pecuária. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 23, n.1, p. 131-138. 2016.

RAIJ, B.VAN. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: INPI, 2011.

RYAN, J. ; SOMMER, R. ; IBRIKCI, H. Fertilizer best management practices: a perspective from the Dryland west Asia-North Africa Region. **Journal of Agronomy Crop Science**, Amsterdã, v. 198, p. 57–67, 2012.

SANTOS, H. P; WOBETO, C.; PEREIRA, L. R. Rotação de culturas em Guarapuava. X. Efeitos das culturas de inverno em plantio direto sobre características agrônômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, p. 1551-1561, 1991.

ROSA, D. M. **Supressão de plantas invasoras e características agrônômicas da cultura do milho sob resíduos culturais de leguminosas em sistema plantio direto**. 2009. 78 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Oeste do Paraná, Cascavel, 2009.

TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; DIAS, O. S.; CAMPIDELLI, C.; BULISANI, E. A. Cultivo da soja após incorporação de adubo verde e orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, p. 1477-1483, 1992.

TORRES, J. L. R.; SILVA, M. G. S.; CUNHA, M. A.; VALLE, D. X. P.; PEREIRA, M. G. Produção de fitomassa e decomposição de resíduos culturais de plantas de coberturas no cultivo da soja em sucessão. **Revista Caatinga**, Mossoro, v. 27, p. 247-253, 2014.

WUTKE, E. B.; FANCELLI, A. L.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; AMBROSANO, G. M. B. Rendimento do feijoeiro irrigado em rotação com culturas graníferas e adubos verdes. **Bragantia**, Campinas, v. 57, p. 325- 338, 1998.

ZIMMER, A. H.; MACEDO, M. C. M.; KICHEL, A. N.; ALMEIDA, R. G. **Recuperação de pastagens degradadas**. In: BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. **Curso de capacitação do programa ABC**. Brasília, DF: Embrapa, 2011a. 47 p. 1 CD-ROM.

ZIMMER, A. H.; MACEDO, M. C. M.; KICHEL, A. N.; ALMEIDA, R. G. Produção de grãos e de forragem de leguminosas forrageiras tropicais consorciadas com milho BRS 2020 em Campo Grande, MS. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48., 2011, Belém. **Anais...** Belém: UFRA, SBZ, 2011. p. 1-3, 2011b. 1 CD-ROM.