

EFEITO DO CONSÓRCIO MILHO, LEGUMINOSAS E UROCHLOA SP. NOS COMPONENTES DE PRODUÇÃO, NA PRODUTIVIDADE DO MILHO E NA PRODUÇÃO DE PALHADA PARA O SISTEMA PLANTIO DIRETO

Data de aceite: 01/03/2023

Martha Nascimento Castro

<http://lattes.cnpq.br/2367618685291635>

Orivaldo Arf

<http://lattes.cnpq.br/2359995407903863>

Rodrigo Martinez Castro

<http://lattes.cnpq.br/2375264508335209>

RESUMO: O estudo envolvendo consórcio de milho com leguminosas e *Urochloa* foi instalado em novembro de 2018 em área anteriormente cultivada com feijão no período de inverno, utilizando delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições e 5 tratamentos assim constituídos: 1 - Milho exclusivo; 2 - Milho + *Crotalaria spectabilis*; 3 - Milho + Guandu; 4 - Milho + *Urochloa ruziziensis* e 5 - Milho + *Urochloa brizantha*. A *Crotalaria spectabilis*, Guandu, *Urochloa ruziziensis* e *Urochloa brizantha* foram semeados nas entrelinhas do milho por ocasião da implantação da cultura em campo. Após a dessecação da cobertura vegetal existente na área, foi realizada a implantação das culturas. O milho em cultivo exclusivo foi implantado com espaçamento de 0,85m e 5,8 sementes/m. A *Crotalaria spectabilis*,

Guandu, *Urochloa ruziziensis* e *Urochloa brizantha* em consórcio com o milho foram semeados nas entrelinhas distantes 0,45m das linhas de milho, utilizando-se 30 sementes viáveis por metro, 15 sementes viáveis por metro, 8 e 8 kg por hectare, respectivamente. A adubação mineral nos sulcos de semeadura do milho e em cobertura foi calculada de acordo com as características químicas do solo e levando-se em consideração as recomendações de Rajj e Cantarella (1996) e de Oliveira et al. (2010). Pelos dados obtidos pode-se concluir que: consórcio entre milho e leguminosas e/ou gramíneas além de não reduzir a produtividade de grãos de milho, promoveu aumento da massa seca sobre o solo e da quantidade acumulada de macronutrientes que beneficiarão cultivos em sucessão ou em rotação no sistema plantio direto.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays* L., consórcio, plantas de cobertura, *Crotalaria spectabilis*, *Cajanus cajan*.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção agrícola considerados intensivos são caracterizados pelo monocultivo, sucessão

de culturas e pelo uso insumos químicos, em larga escala, em especial os fertilizantes. Mais recentemente, a demanda por sustentabilidade dos processos produtivos utilizadores dos recursos naturais inclui a conscientização ambiental ecológica. Nesse sentido a utilização do plantio direto e coberturas vegetais são exemplos de tecnologias que contribuem para a conservação de um importante recurso natural que é o solo. Por essa razão, torna-se interessante a consorciação entre culturas, prática que envolve a semeadura de duas ou mais espécies numa mesma área, como por exemplo, milho com gramíneas e /ou milho com leguminosas.

As espécies leguminosas, devido a sua capacidade de fixação simbiótica do N atmosférico, aumentam a disponibilidade de nitrogênio no solo, a sua absorção pela planta e por apresentar palhadas de baixa relação C/N, sua decomposição é relativamente rápida, com expressiva e vantajosa disponibilização de nitrogênio para as culturas subsequentes. Por outro lado, as gramíneas, como exemplo as Urochloas, produzem expressiva quantidade de matéria seca por área, contribuem na manutenção de níveis maiores de matéria orgânica no solo, comparadas às leguminosas, devido a sua alta relação C/N e ao alto teor de lignina composição de sua fitomassa. Além disso, outros benefícios podem ser obtidos para o sistema de produção, como a ciclagem de nutrientes e o manejo de nematóides pelo consórcio entre gramíneas e leguminosas (Kappes ; Zancanaro 2015). Espécies forrageiras perenes como as do gênero Urochloa, são indicadas, pois além de fornecer relevante quantidade de matéria seca, que é fundamental para o SPD, apresenta alta relação C/N, o que contribui para a redução da velocidade de decomposição da palha, indicado para regiões mais quentes, uma vez que promovem a proteção do solo contra erosão e radiação solar direta (Chioderoli et al. 2012). Nos sistemas consorciados a compatibilidade de desenvolvimento vegetal entre as espécies a serem utilizadas é importante, pois as gramíneas tropicais exibem maior desempenho fotossintético para crescer, e as espécies leguminosas possuem eficiente habilidade para agregar nitrogênio ao sistema de produção. Dentre as tecnologias utilizadas na cultura do milho, menciona-se o sistema plantio direto (SPD), com o objetivo de reduzir custos de produção aliado à melhoria na qualidade dos solos e a um modelo de produção sustentável. Esse sistema de manejo conservacionista é caracterizado por integrar prática de semeadura em solo minimamente revolvido, rotação de cultura e manutenção da palha na superfície (Albuquerque et al. 2013). Resultados de pesquisas recentes têm demonstrado que a produtividade do milho pode ser beneficiada pelo consórcio entre gramíneas e leguminosas, além de promover ganhos em qualidade física, química e biológica ao solo que influenciam o desempenho agrônomo das culturas subsequentes. Com isso, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito do consórcio do milho com leguminosas nos componentes de produção, produtividade do milho e na produção de palhada para o sistema plantio direto.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido durante o ano agrícola de 2018/2019 em área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira, situada aproximadamente a 51° 22' de longitude Oeste de Greenwich e 20° 22' de Latitude Sul, com altitude de 335 metros. O solo local é do tipo Latossolo Vermelho-escuro, epi-eutrófico álico, textura argilosa (EMBRAPA 2018). O tipo climático é Aw, segundo classificação de Köppen, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. A precipitação média anual é de 1.370 mm, a temperatura média anual é de 23,5°C e a umidade relativa do ar entre 70 e 80% (média anual). O estudo foi realizado em área onde o plantio direto foi iniciado há mais de 17 anos e no período de maio a agosto de 2018 esteve ocupada com a cultura do feijão. Antes da instalação projeto foram coletadas amostras de solo da área experimental para caracterização química do local do experimento na camada de 0-0,20 cm, de acordo com método proposto por Raij et al. (2001). A análise da fertilidade do solo apresentou os seguintes valores:

P	M.O	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	CTC	V
mg/dm ³	g/dm ³	CaCl ₂			mmol _c /dm ³				(%)
22	26	4,8	2,5	23	15	34	2	74,5	54
		S	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
		(mg/dm ³)							
		5	0,23	3,2	34	35,7	4,2		

Tabela 1 – Caracterização dos atributos químicos do solo na profundidade de 0-0,20 m.

A *Crotalaria spectabilis*, Guandu, *U. ruziziensis* e *U. brizantha* foram semeados nas entrelinhas do milho por ocasião da implantação da cultura em campo. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com dimensões de 7,2 x 15 m, com 4 repetições. As parcelas foram constituídas por milho em cultivo solteiro ou consorciado. Os tratamentos foram assim constituídos: 1-Milho exclusivo; 2-Milho + *Crotalaria spectabilis*; 3-Milho + guandu; 4- Milho + *Urochloa ruziziensis* ; 5-Milho + *Urochloa brizantha*. Cada parcela foi constituída de 8 linhas espaçadas 0,85 m entre si com 15 metros de comprimento. A área útil de avaliação foi constituída pelas linhas centrais (6 linhas), desprezando-se 0,5 m nas extremidades. O experimento envolvendo consórcio de milho com leguminosas e *Urochloa ruziziensis* foi instalado em novembro de 2018 em área anteriormente (período de inverno) cultivada com feijão, utilizando delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições e 05 tratamentos assim constituídos: 1-Milho exclusivo; 2-Milho + *Crotalaria spectabilis*; 3-Milho + guandu; 4-Milho + *Urochloa ruziziensis* e, 5-Milho + *Urochloa brizantha*. Após a dessecação da cobertura vegetal existente na área, foi realizada a implantação das culturas. O milho híbrido AG 7098 Pro2 HS Precoce foi

semeado em 12/11/2018 e a emergência ocorreu em 17/11/2018. No cultivo exclusivo foi implantado em espaçamento entrelinhas de 0,85m com 5,8 sementes/m. As sementes foram tratadas industrialmente com: Maxin Advanced (fludioxonil 2,5% + metalaxil M 2,0% + tiabendazol 15%) - 100 ml/100 kg de sementes; K obiol 25 CE (deltametrina 2,5%) – 8 ml/100 kg de sementes; Actellic 500CE (pirimifós metílico) – 1,6 ml/100 kg de sementes. As plantas de cobertura *Crotalaria spectabilis*, Guandu, *Urochloa ruziziensis* e *Urochloa brizantha* em consórcio com o milho foram semeadas utilizando matracas nas entrelinhas do milho, utilizando-se 30 sementes viáveis por metro, 15 sementes viáveis por metro, 8 e 8 kg por hectare, respectivamente. Entre as parcelas foi mantido um espaço livre de 1,00m. A semeadura das plantas de cobertura ocorreu em 20/11/2018 nas entrelinhas do milho e a emergência deu-se em: 26/11/2018 para a *Crotalaria spectabilis* e Guandu e 29/11/2018 para *Urochloa ruziziensis* e *Urochloa brizantha*. As sementes de Guandu e *C. spectabilis* foram tratadas com o produto Standak Top, utilizando 2ml do produto comercial por kg de sementes.

A adubação mineral nos sulcos de semeadura do milho e em cobertura foi calculada de acordo com as características químicas do solo e levando-se em consideração as recomendações de Raij e Cantarella (1996) e de Oliveira et al. (2010). Na semeadura do milho foi empregada adubação de 300 kg/ha da formulação 08-28-16. Não foi realizada adubação de semeadura para as plantas de cobertura. Avaliou-se a matéria seca de plantas de milho, por ocasião do pendoamento das plantas onde foram coletadas 10 plantas em local pré-determinado, na área útil de cada parcela. As plantas foram levadas ao laboratório, acondicionadas para secagem em estufa de ventilação forçada à temperatura média de 60-70°C até atingir massa em equilíbrio. A matéria seca de plantas de cobertura foi determinada por ocasião do pendoamento das plantas de cobertura foram coletadas 1 m de linha de plantas em 2 locais, na área útil de cada parcela (*Crotalaria* e guandu) e uma área de 0,5 x 0,5 m nas entrelinhas do milho no caso das *Urochloas*. As plantas foram levadas ao laboratório, acondicionadas para secagem em estufa de ventilação forçada à temperatura média de 60-70°C até atingir massa em equilíbrio. A matéria seca de milho por área (kg ha⁻¹) foi estimada em função da matéria seca de plantas e levantamento da população através da contagem do número de plantas em 5 m de linha, em 4 pontos ao acaso, na área útil de cada parcela. A população final de plantas de milho foi determinada pela contagem do número de plantas em 2 linhas de 5m na área útil de cada parcela, no final do desenvolvimento da cultura. Os componentes de produção do milho foram determinados no período de colheita, pela coleta das espigas de 10 plantas em local pré-estabelecido, na área útil de cada parcela para determinação dos seguintes parâmetros: a) massa da espiga despalhada: determinada pela relação massa total das espigas/número de espigas; b) massa do sabugo: determinado pela relação massa total dos sabugos/número de sabugos; c) massa de grãos espiga⁻¹: determinado pela diferença de massa entre as espigas e os sabugos. Determinou-se a produtividade de grãos (kg ha⁻¹) por meio da coleta das espigas

das plantas de 15m de linha, da área útil de cada parcela, que após a trilha mecânica, os grãos obtidos foram pesados e os dados transformados em kg ha⁻¹ (13% base úmida). A matéria seca da cobertura vegetal foi obtida por ocasião do manejo das plantas de milho e das coberturas vegetais (desintegração mecânica). Avaliou-se a produção de massa de matéria seca de parte aérea por meio de amostragens ao acaso com quadrante de 0,25 m² (0,5 x 0,5 m) em dois pontos representativos de cada parcela. Em seguida, o material fragmentado coletado foi submetido à secagem em estufa com renovação e circulação forçada de ar à temperatura de 60±5 °C, até atingir massa constante. A produção de massa de matéria seca de parte aérea foi obtida, dessa maneira, pela média aritmética entre os dois pontos amostrados, com os valores médios extrapolados para kg ha⁻¹. Determinou-se a concentração de nitrogênio, fósforo e potássio nas coberturas vegetais após a avaliação de produção de massa de matéria seca de parte aérea, coletando-se, uma subamostra de aproximadamente 30 g de cada parcela. As determinações de tais nutrientes foram realizadas em Laboratório da UNESP – Ilha Solteira, conforme metodologia descrita por Malavolta et al. (1997), com os resultados expressos em g kg⁻¹ de N, P e K. O nitrogênio, fósforo e potássio acumulados pelas coberturas vegetais foram obtidos pelo produto da concentração dos respectivos nutrientes determinados nas subamostras (g kg⁻¹) e a produção de massa de matéria seca de parte aérea das coberturas vegetais (kg ha⁻¹), com os resultados estimados em kg ha⁻¹ de N, P e K. A concentração de carbono orgânico nas coberturas vegetais foi determinada após a avaliação de produção de massa de matéria seca da parte aérea, coletando-se, uma subamostra de aproximadamente 30 g de cada parcela. A determinação foi realizada de acordo com a metodologia descritas por Tedesco et al. (1995). Determinou-se a relação C/N dos restos culturais, após a avaliação do teor de nitrogênio e de carbono orgânico, em cada amostra de massa seca de plantas provenientes dos diferentes tratamentos envolvendo a cultura do milho solteiro ou milho consorciado com *Crotalaria spectabilis*, Guandu, *Urochloa brizantha*, *Urochloa ruziziensis*. Na análise estatística das variáveis avaliadas, os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para as coberturas vegetais de acordo com Pimentel Gomes e Garcia (2002). As análises estatísticas foram processadas utilizando-se o programa de análise estatística SISVAR (Ferreira 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O florescimento feminino das plantas de milho ocorreu em 06/01/2019, aos 50 dias após a emergência das plantas (DAE) e a colheita foi realizada em 23/03/2019, aos 131 dias após a emergência das plantas. Os valores de precipitação pluvial, temperatura mínima e máxima durante o ano agrícola de desenvolvimento do estudo estão apresentados na Figura 1.

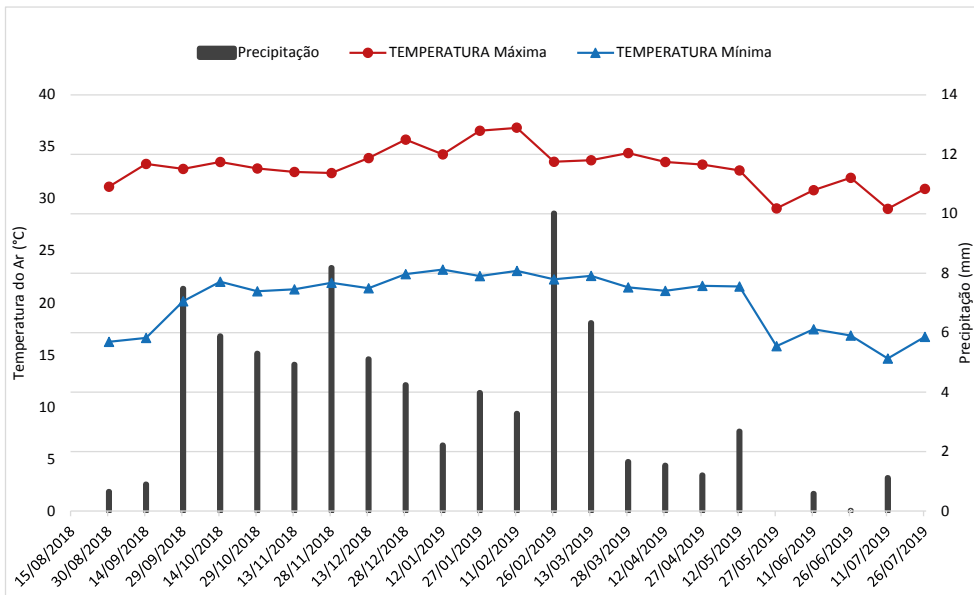


Figura 1 – Valores quinzenais de precipitação (mm), temperatura máxima e mínima do ar (°C), coletadas no período de agosto de 2018 a julho de 2019, Selvíria – MS, 2018/19.

CONCLUSÕES

É possível observar que a distribuição de chuvas durante o desenvolvimento das plantas (outubro a março) foi relativamente uniforme com menor necessidade de complementação no fornecimento de água via irrigação. O milho é uma cultura exigente em água podendo consumir em média 600 mm por ciclo. A literatura relata, para milho do tipo precoce, consumos de 370 a 480 mm por ciclo em condições de demanda evaporativa considerada baixa ($ET_0 \leq 2\text{mm/dia}$). O consumo de água pela planta, nos estádios iniciais de crescimento, em regiões de clima quente e seco, raramente excede 2,5 mm/dia. Durante o período compreendido entre o espigamento e a maturação, o consumo pode se elevar para 5 a 7,5 mm diários (EMBRAPA 2019). No período compreendido entre 13/11/2018 a 28/03/2019 (ciclo completo da cultura do milho) houve precipitação de aproximadamente 50 mm, que somada ao conteúdo de água disponível no solo e o fornecimento via irrigação favoreceram o adequado aporte de água para o desenvolvimento da cultura. As temperaturas mínimas e máximas durante o ciclo de desenvolvimento do milho solteiro ou consorciado estiveram entre 14 e 36° C, respectivamente. De acordo com a Embrapa (2019) a temperatura ideal para o desenvolvimento do milho, da emergência à floração, está compreendida entre 24°C e 30°C sendo que neste estudo a média de temperatura aferida para o período destacado foi de 33°C. Os resultados obtidos para massa seca de plantas de milho por ocasião do florescimento feminino, das coberturas vegetais por ocasião da colheita do milho e massa seca total, estão apresentados na Tabela 1. Para a

massa seca de plantas de milho não houve diferença significativa entre os tratamentos. Já Correia et al. (2013) estudaram o consórcio de milho com *U. ruziziensis* e sua influência no desenvolvimento das plantas de milho e capacidade de produção de matéria seca pela forrageira. Os autores verificaram que embora as plantas do tratamento de milho em consórcio apresentassem maior altura que as plantas de milho exclusivo, esse comportamento não influenciou produção de massa seca de plantas de milho. A massa seca de plantas de cobertura sofreu influência dos tratamentos estudados e a menor produção de massa seca foi obtida do consórcio do milho com *U. brizantha* (1.459 kg ha^{-1}), todos os demais consórcios proporcionaram uma produção de massa seca de plantas de cobertura superior a 2.300 kg ha^{-1} . Resultados encontrados por Costa et al. (2014b) mostram que *U. brizantha* produziu mais de massa seca que *U. ruziziensis* em tratamentos consorciados com o milho. Sendo que a primeira espécie de capim chegou a produzir 900 kg ha^{-1} a mais que a segunda. Tal comportamento pode haver ocorrido em virtude do sombreamento que o consórcio com a cultura do milho pode proporcionar, fazendo com que algumas espécies forrageiras diminuam sua taxa de acúmulo de massa seca. A respeito da massa seca total, o teste F apontou que com 5% de probabilidade houve diferença entre os tratamentos, porém essa diferença não foi detectada pelo Teste de Tukey. O que se pode verificar é que o consórcio de milho com *C. spectabilis*, Guandu e *U. ruziziensis* produziram massa seca total superior a $10.000 \text{ kg ha}^{-1}$. O milho solteiro e o consorciado com *U. brizantha* produziram os menores valores de massa seca total, pouco mais de 8.600 kg ha^{-1} . Arf et al. (2018) avaliaram as características agrônomicas, a produção de massa e a produtividade do milho, em plantio direto, consorciado com gramínea e leguminosas. Os autores verificaram que para massa seca total observou-se menor valor para o tratamento com milho exclusivo com 8.157 e 7.384 kg ha^{-1} , respectivamente para o primeiro e segundo ano de cultivo. Observaram, também, que os tratamentos consorciados produziram massa seca variando de $11,27 \text{ t ha}^{-1}$ a $13,68 \text{ t ha}^{-1}$ promovendo incremento de 45% e 69% na massa seca total.

Tratamentos	Massa seca de plantas de milho (kg ha ⁻¹)	Massa seca das plantas de cobertura (kg ha ⁻¹)	Massa seca total (kg ha ⁻¹)
Milho	8.675	-	8.675
Milho + <i>C. spectabilis</i>	7.829	2.604a	10.434
Milho + Guandu	7.690	2.581a	10.272
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	7.710	2.383a	10.093
Milho + <i>U. brizantha</i>	7.302	1.459b	8.761
F	1,89 ^{ns}	12,76 ^{**}	3,60 [*]
DMS	-	668,82	2,035
CV	9,38	13,42	9,36

**; * e ns – significativo a 1%, 5% de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente.

Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade; D.M.S. – diferença mínima significativa; C.V. - coeficiente de variação.

Tabela 1- Massa seca das plantas de milho por ocasião do florescimento feminino, massa seca das plantas de cobertura no dia da colheita do milho e massa seca total obtida em milho solteiro ou consorciado com gramíneas e leguminosas. Selvíria - MS, 2018/19.

Os valores médios de população final de plantas, massa de espiga despalhada e massa de sabugo estão apresentados na Tabela 2. Pelos dados verifica-se que a população final de plantas de milho não foi influenciada pelos tratamentos, ou seja, o consórcio com *U. ruziziensis* e *U. brizantha*, Guandu e *C. spectabilis* não reduziram a população final de plantas de milho na área. Os tratamentos utilizados tampouco influenciaram na massa de espiga despalhada e massa seca de sabugo. Comportamento semelhante foi encontrado para os resultados obtidos por Arf et al. (2018) que avaliaram o comportamento do milho solteiro ou em consórcio *Crotalaria spectabilis*, guandu, feijão-de-porco e *U. ruziziensis*. Os autores verificaram que os tratamentos estudados não promoveram influência significativa na população final de plantas de milho e nem tampouco na massa de espiga despalhada. O que numericamente foi possível destacar é que o tratamento com milho exclusivo produziu maior população final de plantas, nos dois anos de estudo (61.231 e 63.888 plantas ha⁻¹) e maior massa de espiga despalhada (220,6 e 181,9g) em relação aos tratamentos consorciados.

Tratamentos	População final de milho (plantas ha ⁻¹)	Massa de espiga despalhada (g)	Massa seca de sabugo (g)
Milho	54.259	212,3	26,0
Milho + <i>C. spectabilis</i>	54.074	212,3	25,9
Milho + Guandu	55.185	204,9	24,4
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	55.740	209,7	25,9
Milho + <i>U. brizantha</i>	55.185	208,8	25,6
F	0,68 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,80 ^{ns}
DMS	-	-	-
CV	3,09	5,31	6,11

ns – não significativo pelo teste F.

D.M.S. – diferença mínima significativa; C.V. - coeficiente de variação.

Tabela 2- População final, massa seca de espiga despalhada e massa seca de sabugo obtida em milho solteiro ou consorciado com gramíneas e leguminosas. Selvíria - MS, 2018/19.

Os valores médios de massa de grãos por espiga, massa de 100 grãos e produtividade de grãos estão apresentados na Tabela 3. Pelos dados verifica-se que não houve diferenças entre os tratamentos para os três componentes de produção avaliados, embora, na produtividade de grãos, numericamente, os valores obtidos no tratamento com milho em consórcio com a leguminosa guandu seja 3,5% maior que a média dos demais tratamentos estudados. Segundo Freitas et al. (2013) as variáveis número de espigas (NE), número de fileiras por espiga (NFE), número de grãos por fileiras (NGF), massa de 1000 grãos (MMG) e produtividade de grãos (PG) são poucas influenciadas por fatores externos tendo alto controle genético.

Sobre os componentes de produção do milho (população de plantas por hectare, número de espigas por hectare, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira na espiga, número de grãos na espiga e massa de 100 grãos), Garcia et al. (2013b) verificaram que não foram influenciados significativamente pelo consórcio do milho com as forrageiras *U. brizantha* e *U. ruziziensis*. Os autores verificaram, ainda, que tampouco houve diferenças significativas na produtividade de grãos entre os tratamentos do milho solteiro e do milho consorciado com forrageiras do gênero *Urochoa*, mesmo com médias superiores nos consórcios em relação ao milho solteiro. Para Gimenes et al. (2008) a massa de grãos é influenciada diretamente pela translocação de fotoassimilados, sendo que a quantidade é diretamente proporcional ao tempo de duração do período de enchimento de grãos. Correia et al. (2013) que estudaram o desenvolvimento das plantas de milho exclusivo ou em consórcio com *U. ruziziensis* encontraram que o consórcio de milho com a forrageira não comprometeu a produtividade de grãos da cultura (9.248 kg ha⁻¹) a qual não diferiu estatisticamente do tratamento com milho exclusivo que produziu 9.164 kg ha⁻¹. Os dados meteorológicos apresentados na Figura 1 demonstraram que o milho não foi prejudicado pela competição com as forrageiras por água, luz e nutrientes. Durante o desenvolvimento

da cultura não houve déficit hídrico; a precipitação foi de aproximadamente 1.161 mm. Desta forma, diminuiu a competição entre plantas pelo fator água. O que permitiu uma boa produtividade no consórcio da cultura de milho com as forrageiras foi o diferencial de tempo e espaço, no acúmulo de biomassa entre espécies. A ausência de diferença significativa para a variável produtividade de grãos é um resultado relevante do ponto de vista em que se analisa que os diferentes tratamentos de consórcio estudados não foram responsáveis por promover eventuais reduções na produtividade do grão, destacando, portanto, a viabilidade dessas espécies em sistemas de produção, como a integração lavoura-pecuária (ILP).

Tratamentos	Massa de grãos por espiga (g)	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)
Milho	186,3	31,92	9.639
Milho + <i>C. spectabilis</i>	186,3	33,12	9.627
Milho + Guandu	180,5	32,46	10.085
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	184,7	31,65	9.951
Milho + <i>U. brizantha</i>	183,2	31,99	9.771
F	0,25 ^{ns}	1,26 ^{ns}	0,44 ^{ns}
DMS	-	-	-
CV	5,24	3,17	6,13

ns – não significativo pelo teste F.

D.M.S. – diferença mínima significativa; C.V. - coeficiente de variação.

Tabela 3- Massa de grãos por espiga, massa de 100 grãos e produtividade de grãos obtidos em milho solteiro ou consorciado com gramíneas e leguminosas. Selvíria - MS, 2018/19.

Os valores médios de massa seca total após a colheita do milho, percentagem de carbono e relação C/N estão apresentados na Tabela 4. Com relação aos valores de massa seca total verifica-se que o milho em consórcio sofreu influência significativa dos tratamentos e apresentaram maior valor comparativamente ao milho solteiro. Na média os tratamentos de milho em consórcio com *C. spectabilis*, Guandu, *U. ruziziensis* e *U. brizantha* produziram, respectivamente, 3.606, 3.434, 3.764 e 2.235 kg ha⁻¹ de massa seca a mais em relação ao milho solteiro. Os dados reforçam os encontrados por Coletti et al. (2013) os quais verificaram que a matéria seca total de plantas foi significativamente maior no consórcio milho + *Urochloa decumbens* (10.684 kg ha⁻¹) e milho + *Urochloa ruziziensis* (9.939 kg ha⁻¹) em comparação ao milho solteiro (5.577 kg ha⁻¹). Em relação à percentagem de carbono na massa seca de plantas, os dados analisados permitem inferir que o milho consorciado com *C. spectabilis* obteve maiores valores e estatisticamente significativos em relação aos demais tratamentos. Verificou-se, também, que os valores de carbono são menores no consórcio do milho com *U. brizantha*. Quanto à relação C/N, não houve diferenças significativas entre os tratamentos estudados. De maneira geral,

numericamente, o maior valor de relação C/N foi obtido no tratamento do milho consorciado com *C. spectabilis*, apesar da literatura apontar que relações C/N são mais estreitas entre gramíneas e leguminosas. A relação C/N é um parâmetro importante em estudos que envolvem potencial de forrageiras em produzir palha para dar suporte ao sistema de plantio direto e também potencial oferta de nutrientes aportados ao solo quando da decomposição deste material. Valores de relação C/N inferiores a 25 indicam decomposição mais rápida do material, assim tem-se que tais valores serão mais altos quando envolvem gramíneas e, portanto, essa decomposição se dá de forma mais lenta. Valores de relação C/N serão menores quando da presença de espécies leguminosas, indicando uma decomposição mais rápida da palhada (Teixeira et al. 2011). Neste trabalho, embora os efeitos dos tratamentos estudados não tenham influenciado significativamente os valores de relação C/N, pode-se verificar que os resultados encontrados para este parâmetro foram superiores a 36. Isso indica que a palhada resultante do plantio do milho exclusivo ou consorciado com gramíneas e leguminosas constitui-se como um material cuja degradação pelos microrganismos do solo será mais lenta, assim como a ciclagem de nutrientes o será.

Tratamentos	Massa seca total (kg ha ⁻¹)	Carbono (g kg ⁻¹)	Relação C/N
Milho	7.116 b	428ab	38
Milho + <i>C. spectabilis</i>	10.722a	443a	44
Milho + Guandu	10.550a	427ab	38
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	10.880a	432ab	37
Milho + <i>U. brizantha</i>	9.351a	404b	36
F	12,61**	3,14*	0,87 ^{ns}
DMS	2.002	36,85	-
CV	9,13	3,83	16,76

**,* e ns – significativo a 1%, 5% de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente.

Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade; D.M.S. – diferença mínima significativa; C.V. - coeficiente de variação.

Tabela 4- Massa seca das plantas de milho solteiro ou em consórcio após a colheita do milho, quantidade de carbono e relação C/N logo após o manejo das plantas de milho ou milho+gramínea ou leguminosa. Selvíria - MS, 2018/19.

Os valores médios referentes aos teores de nitrogênio, fósforo e potássio obtidos na massa seca do milho ou milho consorciado com gramíneas e leguminosas estão apresentados na Tabela 5. Para o nitrogênio e o fósforo, embora não ocorreu diferenças significativas entre os tratamentos, percebe-se que, numericamente, os valores de nitrogênio obtidos nos tratamentos milho consorciado com *U. ruziziensis* e *U. brizantha* apresentaram maiores valores, ou seja, 9,57 e 9,17 g kg⁻¹, respectivamente. O menor valor de nitrogênio observado foi o encontrado na massa seca de milho consorciado com *C.*

spectabilis (7,77 g kg⁻¹). Com relação ao fósforo, o consórcio do milho com *U. ruziziensis* e *U. brizantha* proporcionou valores de fósforo, na massa seca, pouco superior aos demais tratamentos (1,42 e 1,27 g kg⁻¹, respectivamente). Sobre o potássio na massa seca, o teste F apontou que com 5% de probabilidade houve diferença entre os tratamentos, porém essa diferença não foi detectada pelo Teste de Tukey. O que se pode verificar é que, numericamente, o consórcio de milho com *U. ruziziensis* produziu o maior valor de potássio na massa seca (13,95 g kg⁻¹). O menor valor de potássio foi o encontrado na massa seca do milho consorciado com guandu (9,07 g kg⁻¹). Os resultados obtidos neste trabalho estão de acordo com os encontrados por Coletti et al. (2013) que não observaram diferenças nos teores de N, P, K na massa seca de plantas de milho quando solteiro ou em consórcio. Os autores afirmam que em condições consorciadas, desde que bem realizadas, a competição por nutrientes é pequena entre as culturas envolvidas. Comparando os resultados obtidos nos consórcios, com os teores descritos como adequados por Bull et al. (1993), os teores de N, P e K estão abaixo do intervalo preconizado para a cultura do milho (N: 27,5-32,5; P: 1,9-3,5; K: 17,5-29,7 g kg⁻¹) embora o teor de P esteja mais próximo do desejável. Garcia et al. (2013) verificaram que não houve diferença significativa para o teor N foliar entre o cultivo do milho solteiro e as diferentes modalidades de consórcio com forrageiras (*B. brizantha* e *B. ruziziensis*), demonstrando a não competição das forrageiras com o milho em consórcio sobre a absorção desse nutriente. Deve-se ressaltar também que os teores de N foliares ficaram dentro da faixa adequada (27 a 35g kg⁻¹ de MS), como descrito para o milho por Cantarella et al. (1997).

Tratamentos	Nitrogênio (g kg ⁻¹)	Fósforo (g kg ⁻¹)	Potássio (g kg ⁻¹)
Milho	8,82	1,05	13,50
Milho + <i>C. spectabilis</i>	7,77	1,05	9,72
Milho + Guandu	8,95	1,07	9,07
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	9,57	1,42	13,95
Milho + <i>U. brizantha</i>	9,17	1,27	12,80
F	0,73 ^{ns}	2,32 ^{ns}	3,60
DMS	-	-	5,35
CV	17,70	18,86	20,11

**,* e ns – significativo a 1%, 5% de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente. Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade; D.M.S. – diferença mínima significativa; C.V. - coeficiente de variação.

Tabela 5- Teores de nitrogênio, fósforo e potássio obtidos na massa seca do milho e/ou milho+coberturas vegetais logo após a colheita do milho solteiro ou consorciado com gramínea e leguminosas. Selvíria - MS, 2018/19.

Os valores médios de nitrogênio, fósforo e potássio acumulados na massa seca do milho e milho consorciado com gramíneas e leguminosas estão apresentados na Tabela

6. Para o nitrogênio, o tratamento constituído de milho consorciado com *U. ruziziensis* apresentou, estatisticamente, o maior valor de acúmulo desse nutriente (105 kg ha^{-1}) em relação aos demais tratamentos. O menor acúmulo de nitrogênio ocorreu no tratamento constituído de milho solteiro (63 kg ha^{-1}) que representa um acúmulo 40% menor que o tratamento que proporcionou maior acúmulo de nitrogênio. Comportamento semelhante foi observado para o fósforo acumulado na massa seca. O milho solteiro expressou o menor acúmulo desse nutriente alcançando $7,1 \text{ kg ha}^{-1}$. Por outro lado, a consorciação de gramíneas e leguminosas com o milho expressou desempenho de acúmulos maiores, sendo o milho + *U. ruziziensis* o tratamento que alcançou o maior valor acumulado de fósforo em relação aos demais ($15,6 \text{ kg ha}^{-1}$), 54% maior que o acúmulo encontrado na massa seca do milho solteiro e 38% maior que a média dos demais tratamentos em consórcio. Batista et al. (2011) avaliaram o acúmulo de matéria seca e de nutrientes de plantas forrageiras consorciadas com o milho safrinha. Os autores verificaram que o acúmulo de N e P pelas plantas forrageiras (*U. ruziziensis* e *U. brizantha*) consorciadas com milho não diferiu significativamente nas duas épocas avaliadas (maturidade fisiológica do milho e antes da dessecação das forrageiras). Para o potássio acumulado na matéria seca, embora não tenha ocorrido diferenças significativas entre os tratamentos, percebe-se que, numericamente, os valores obtidos nos tratamentos milho consorciado com *U. ruziziensis* e *U. brizantha* apresentaram maiores valores de acúmulo, 154 e 120 kg ha^{-1} , respectivamente. Garcia et al. (2008) verificaram benefícios do consórcio da cultura do milho com *U. brizantha* na ciclagem de K, elevando a forma trocável desse nutriente após a dessecação do capim. Isso explica os altos acúmulos de K obtidos neste estudo, indicando que esta gramínea retira grande quantidade de K do solo, sendo geralmente superior à quantidade de N (Costa et al., 2010). Vale ressaltar que a contribuição do K liberado pelos resíduos vegetais, sendo em torno de 80 % para gramíneas e 90 % para leguminosas, tendo assim importante papel na ciclagem desse nutriente no sistema, fatos esses que permitiram inferir que o consórcio de milho com gramíneas potencializa o acúmulo de potássio na matéria seca. Os valores de acúmulo encontrados neste estudo são superiores aos obtidos por Pacheco et al. (2013) que encontraram valores de $25,7$; $5,39$ e $20,31 \text{ kg ha}^{-1}$ respectivamente para N, P e K acumulados na fitomassa. Heinrichs et al. (2002) avaliaram o estado nutricional do milho em cultivado exclusivo ou em consórcio com plantas de cobertura. Os resultados encontrados para acúmulo de nutrientes na matéria seca das plantas de milho foram influenciados pelo consórcio apenas para acúmulo de N, sendo que o valor encontrado para o milho solteiro (89 kg ha^{-1}) é estatisticamente igual ao milho em consórcio com guandu (92 kg ha^{-1}) que são superiores ao valor encontrado na fitomassa do milho em consórcio com *C. spectabilis* (89 kg ha^{-1}). Os valores de P (17 ; 18 e 20 kg ha^{-1}) e K (202 ; 228 ; 219 kg ha^{-1}) analisados, embora não hajam diferido estatisticamente entre os tratamentos (milho exclusivo; Milho + Guandu e *C. spectabilis*), foram superiores aos encontrados neste trabalho. Em outro estudo, Costa et al. (2014) avaliaram os efeitos do

consórcio do milho com *U. brizantha* e *U. ruziziensis*. Em relação ao acúmulo de nutrientes na matéria seca os autores verificaram que, com exceção do P no primeiro ano de cultivo, o acúmulo de N, P e K na palhada não houve influência significativa dos tratamentos (Milho + *U. ruziziensis* e Milho + *U. brizantha*). A palhada de Milho + *U. ruziziensis* acumulou, respectivamente, para N, P e K os valores de 74,2; 18,6 e 83,2 kg ha⁻¹ e o cereal consorciado com *U. brizantha* acumulou 87; 23,9 e 100,8 kg ha⁻¹.

Tratamentos	Nitrogênio (kg ha ⁻¹)	Fósforo (kg ha ⁻¹)	Potássio (kg ha ⁻¹)
Milho	63b	7,1b	95
Milho + <i>C. spectabilis</i>	83ab	11,2ab	103
Milho + Guandu	94ab	11,3ab	94
Milho + <i>U. ruziziensis</i>	105a	15,6a	154
Milho + <i>U. brizantha</i>	85ab	11,8ab	120
F	3,20*	5,56**	2,74 ^{ns}
DMS	39,06	5,49	-
CV	20,11	21,17	26,23

**,* e ns – significativo a 1%, 5% de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente. Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade; D.M.S. – diferença mínima significativa; C.V. - coeficiente de variação.

Tabela 6- Nitrogênio, fósforo e potássio acumulado na massa seca do milho e/ou milho+coberturas vegetais logo após a colheita do milho solteiro ou consorciado com gramíneas e leguminosas. Selvíria - MS, 2018/19.

CONCLUSÕES

A utilização do consórcio entre milho e leguminosas e/ou gramíneas promoveu aumento da massa seca sobre o solo e da quantidade acumulada de N, P e K, comparado ao cultivo de milho exclusivo. O consórcio do milho com leguminosas e/ou gramíneas não reduziu a produtividade de grãos de milho que alcançou média entre os tratamentos de 9.858 kg ha⁻¹, confirmando ser uma excelente alternativa para aumentar a produção de massa para o sistema plantio direto.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A. W. de ; SANTOS, J. R.; MOURA FILHO, G.; REIS, L. S. Plantas de cobertura e adubação nitrogenada na produção de milho em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.7, p. 721-726, 2013.

ARF, Orivaldo; MEIRELLES, Flávia Constantino; PORTUGAL, José Roberto; BUZETTI, Salatiér; DE SÁ, Marco Eustáquio; RODRIGUES, Ricardo Antônio Ferreira. Benefícios do milho consorciado com gramínea e leguminosas e seus efeitos na produtividade em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 17, n. 3, p. 431-444, 2018.

CHIODEROLI, C. A.; MANO DE MELLO, L. M.; DE HOLANDA, H. V.; FURLANI, C.E.A.; GRIGOLLI, P. J.; SILVA, J.O.R.; CESARIN, A. L. Consórcio de Urochloas com milho em sistema plantio direto. **Ciência Rural**, p. 1804-1810, 2012.

COLETTI, Admar Junior; LAZARINI, Edson; DALCHIAVON, Flávio Carlos; PIVETTA, Raul Sobrinho; COLETTI, Fabricio. Produtividade de grãos e palhada no consórcio de milho com Urochloa na safrinha, em função da adubação. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer-Goiânia, v. 9, n. 17, p. 2159-2174, 2013.

CORREIA, Núbia Maria; LEITE, Marcela Basile; FUZITA, Welder Eduardo. Consórcio de milho com *Urochloa ruziziensis* e os efeitos na cultura da soja em rotação. *Bioscience Journal*, p. 65-76, 2013.

COSTA, N.R.; ANDREOTTI, M.; FERNANDES, J.C.; CAVASANO, F.A.; ULIAN, N.A.; PARIZ, C.M.; SANTOS, F.G. Acúmulo de nutrientes e decomposição da palhada de braquiárias em função do manejo de corte e produção do milho em sucessão. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 2, p.166-173, 2014.

COSTA, K.A.P.; OLIVEIRA, I.P.; SEVERIANO, E.C.; SAMPAIO, F.M.T.; CARRIJO, M.S. & RODRIGUES, C.R. Extração de nutrientes pela fitomassa de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob doses de nitrogênio. **Ci. An. Bras.**, 11:307-314, 2010.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Culturas do milho, sorgo e milheto irrigados. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/irriga/ajudairriga.html>. Acesso em julho de 2019.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. Humberto Gonçalves dos Santos ... [et al.]. 5. ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018, 590p.

FERREIRA, D.F.; SISVAR: Sistema de análise de variância. versão 4.2. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2000.

FREITAS, R.J. de; NASCENTE, A. S.; SANTOS, F.L. de S. População de plantas de milho consorciado com *Urochloa ruziziensis*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 1, p. 79-87, 2013.

GARCIA, J.M.; KAWAKITA, K.; MIOTTO, S. T.S ; SOUZA, M. C. de. O gênero *Crotalaria* L.(Leguminosae, Faboideae, Crotalarieae) na Planície de Inundação do Alto Rio Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 11, n. 2, 2013.

GARCIA, Cássia Maria de Paula; ANDREOTTI, Marcelo; TEIXEIRA FILHO, Marcelo Carvalho Minhoto; BUZZETTI, Salatiér; CELESTRINO, Thiago de Souza; LOPES, Keny Samejima Mascarenhas. Desempenho agrônomo da cultura do milho e espécies forrageiras em sistema de Integração Lavoura-Pecuária no Cerrado. *Ciência Rural*, v. 43, n. 4, p. 589-595, 2013b.

GARCIA, R.A.; CRUSCIOL, C.A.C.; CALONEGO, J.C. & ROSOLEM, C.A. Potassium cycling in a corn-brachiaria cropping system. **Eur. J. Agron.**, 28:579-585, 2008.

HEINRICH, R.; VITTI, G. C.; MOREIRA, A.; FANCELLI, A. L.. Produção e estado nutricional do milho em cultivo intercalar com adubos verdes. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 26, n. 1, p. 225-230, 2002.

KAPPES, C.; ZANCANARO, L. Sistemas de consórcios de braquiária e de crotalárias com a cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 14, n. 2, p. 219-234, 2015.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Potassa e do Fósforo, 1997. 319 p.

OLIVEIRA, P.; KLUTHCOUSKI, J.; FAVARIN, J.L.; SANTOS, D.C. Sistema Santa Brígida – Tecnologia Embrapa: Consorciação de milho com leguminosas. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2010. 16 p. (Circular técnica, 88).

PACHECO, Leandro Pereira; MONTEIRO, Marinete Martins de Sousa; DA SILVA, Rodrigo Fonseca; SOARES, Leandro dos Santos; FONSECA, Wéverson Lima; NÓBREGA, Julio César Azevedo; PETTER, Fabiano André; ALCÂNTARA NETO, Francisco de; OSAJIMA, Josy Antevéli. Produção de fitomassa e acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura no cerrado piauiense. *Bragantia*, v. 72, n. 3, p. 237-246, 2013.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. Determinação da Matéria Orgânica. In: RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A., eds. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas, p.189-199, 2001.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H. Milho para grãos e silagem. In: RAIJ, B. van, CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed. Campinas: IAC, 1996. p. 56-59. (Boletim Técnico 100).

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre, Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1995. 174p. (Boletim Técnico de Solos, 5).

TEIXEIRA, M. B.; LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; PIMENTEL, C. Decomposição e liberação de nutrientes da parte aérea de plantas de milho e sorgo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 35, p.867-876, 2011.