

<http://dx.doi.org/10.32929/2446-8355.2019v28n4p408-421>

RENDIMENTO DE GRÃOS DE MILHO SEGUNDA SAFRA SOB DOIS REGIMES HÍDRICOS E DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO

Thayná Pereira Garcia¹, Allan de Marcos Lapaz^{2*}, Artur Bernardeli Nicolai¹, Izabella Garbeline Okuma¹, Alan Roger Cenerine Carvalho³, Rafael Simões Tomaz⁴, Ronaldo Cintra Lima⁴

¹ Graduando em Engenharia Agrônômica, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena, SP.

² Mestrando, Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena, SP. E-mail: allanlapaz60@gmail.com.

³ Graduando em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena, SP.

⁴ Docente, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena, SP.

Recebido: 02/04/2019; Aceito: 02/12/2019

RESUMO: O grão do milho está entre os cereais os mais produzidos no Brasil. O consórcio entre as culturas de milho e forrageiras do gênero *Urochloa* visam a produção de grãos e forragem com boa qualidade nutricional para a produção de pastagem ou formação de palha para sistemas de plantio direto (SPD). Este trabalho objetivou avaliar o rendimento de grãos de milho segunda safra sob diferentes sistemas de cultivo do solo em sistema irrigado e não irrigado, no extremo Oeste do Estado de São Paulo. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcela subdividida com sete repetições. Os tratamentos foram compostos por combinações de sistemas de cultivo, nas parcelas, com quatro níveis (sistema convencional de preparo de solo; SPD utilizando *Urochloa brizantha* cv Paiaguás; *U. brizantha* cv Piatã; e *U. ruziziensis* cv *Ruziziensis*), e lâminas de irrigação nas subparcelas, com dois regimes hídricos (não irrigado e irrigado). Independente dos sistemas de cultivo avaliado, o uso da irrigação proporcionou incremento médio de 1045% de rendimento de grãos de milho em relação ao tratamento não irrigado. Além disso, foi verificado maiores estande final e massa seca de palha residual total, proporcionando, assim, maior aporte de palha e benefícios ao SPD para as safras seguintes. Dentre as coberturas vegetais empregadas no SPD consorciada com o milho, as coberturas Paiaguás e Piatã revelaram ser as melhores opções para o consórcio, sob as condições em que foi realizado o experimento, na região do extremo Oeste do Estado de São Paulo.

Palavras-chave: *Zea mays* L. Déficit hídrico. Evapotranspiração.

SECOND CROP CORN GRAIN YIELD UNDER TWO WATER REGIMES AND DIFFERENT CULTIVATION SYSTEMS

ABSTRACT: The maize grain is among the most produced cereals in Brazil. The consortium between maize and forage crops of the genus *Urochloa* aims to produce grains and forage with good nutritional quality for grazing production or the straw formation for no-tillage

systems. This work focused on yield of second crop corn under different irrigated and non-irrigated soil cultivation systems in the extreme west region of the State of São Paulo. A completely randomized design was used in a split-plot design with seven replicates. The treatments were composed of combinations of four levels of cultivation systems, in the plots [conventional and no-tillage system (*Urochloa brizantha* cv Paiaguás; *U. brizantha* cv Piatã; *U. ruziziensis* cv Ruziziensis)], and with two water regimes in the sub-plots (irrigated and no irrigated). Independently of the soil cultivation systems evaluated, irrigation provided an average increase of 1045% in corn grain yield compared to non-irrigated treatment. In addition, it was verified, a larger final stand and dry mass of total residual straw, thus providing a greater contribution of straw and benefits to no-tillage system for the following harvests. Among the plant coverages employed in the no-tillage system consortium with the corn, forage crops Paiaguás and Piatã proved to be the best option for the consortium, under the conditions in which the experiment was carried out in the extreme western region of the State of São Paulo.

Key words: *Zea mays* L. Water deficit. Evapotranspiration.

INTRODUÇÃO

O milho está entre os cereais mais produzidos no Brasil, sendo a maior região produtora desta cultura o Centro-Sul brasileiro. O cultivo pode ser realizado em duas épocas, primeira e segunda safra. Na primeira safra, a semeadura ocorre desde o final de setembro até dezembro; e na segunda, nos meses de janeiro a abril, dependendo da região (CRUZ *et al.*, 2013).

Atualmente, a condução da segunda safra é realizada por meio de técnicas de produção capazes de permitir desempenho satisfatório do milho, o que resulta na ampliação de área dessa modalidade, sobretudo na região do Cerrado. Dentre essas técnicas, destaca-se a utilização de cultivares de soja precoce, o que favorece a antecipação da semeadura do milho em sucessão para as épocas com menores riscos climáticos (CRUZ *et al.*, 2013).

O rendimento da segunda safra pode ser potencializado por meio de práticas agrícolas que visam melhorar as condições do cultivo, tais como rotação de culturas, consórcio, irrigação e adequado manejo do solo (RICHART, 2010). Especificamente, o consórcio entre as culturas de milho e forrageiras do gênero *Urochloa* visam a produção de grãos e de forragem com boa qualidade nutricional para a produção de pastagem visando alimentação animal ou ainda, formação de palha para sistema plantio direto (SPD) (BORGHI; CRUSCIOL, 2007).

A prática desse consórcio foi relatada como compatível, promissora e rentável, visto que o milho possui alto porte e inserção das espigas distante do solo, permitindo a colheita sem a interferência das plantas forrageiras. Paralelamente, as forrageiras deste gênero possuem raízes vigorosas e profundas, permitindo-lhe absorver os nutrientes em camadas mais profundas do solo, ainda são tolerantes ao déficit hídrico e adaptadas aos ambientes desfavoráveis para a maioria das culturas produtoras de grãos (CORREIA *et al.*, 2013).

O SPD constitui uma prática conservacionista que tem como principal objetivo conferir sustentabilidade aos sistemas produtivos via manutenção de resíduos vegetais na superfície do solo, proporcionando maior racionalidade dos insumos empregados sem a necessidade de arar e gradear (CHIODEROLI *et al.*, 2012; BINI *et al.*, 2014). Além disso, esta técnica favorece a maior retenção de água no solo, aumenta a disponibilidade dos nutrientes, reduz a faixa de temperatura do solo, estabelece um gradiente de transformações de matéria orgânica na camada superficial, onde a taxa decomposição dos vegetais de cobertura dependem da natureza do material vegetal, volume, fertilidade do solo, manejo e condições climáticas, representada principalmente pela pluviosidade, temperatura e distribuição deste material para proteção e mineralização dos nutrientes para o solo, a fim de conferir melhor manutenção da microbiota e redução da perda de solo por erosão, redução de plantas daninhas, o que resulta em maior rendimento da cultura (KLIEMANN *et al.*, 2006; LANA, *et al.*, 2013; BINI *et al.*, 2014; PACHECO *et al.*, 2017).

Todavia, essas práticas agrícolas necessitam de condições hídricas adequadas para que a cultura expresse toda a sua capacidade produtiva. Neste contexto, a irrigação é uma das técnicas mais utilizadas na agricultura (DRUMOND; AGUIAR, 2005). Segundo Ribeiro *et al.* (2009), muitas espécies forrageiras usadas em consórcio com a finalidade de fornecer aporte de palha para sustentabilidade do SPD são responsivas à irrigação, proporcionando maior produção de biomassa. Ainda, de acordo com Pavinato (2008), nos últimos anos, tem aumentado significativamente o cultivo do milho sob irrigação principalmente devido a irregularidade de chuvas, a qual é o principal fator que limita o rendimento da cultura, principalmente se ocorrer no período crítico de desenvolvimento, que compreende desde a fase do pendoamento até o início do enchimento de grãos (BIANCHI *et al.*, 2007; SOUSA *et al.*, 2015).

Duarte e Paterniani (2000) destacam que a restrição hídrica é uma das principais limitações ao cultivo de milho em sequeiro entre os meses de fevereiro a julho (período da safrinha) em algumas regiões, a exemplo da região do Vale do Paranapanema (SP), com precipitação pluviométrica um pouco mais favorável do que a região do extremo oeste do Estado de São Paulo.

O déficit hídrico reduz o potencial de água do solo, o que afeta diretamente os parâmetros fisiológicos da planta tais como transpiração, fotossíntese, temperatura foliar, abertura estomática, acúmulo de solutos e metabolismo antioxidante. Dessa forma, as culturas têm o seu crescimento, desenvolvimento e, sobretudo, o rendimento produtivo afetado por esta condição abiótica (BIANCHI *et al.*, 2007; CHAVES *et al.*, 2016).

Diante do exposto, este trabalho objetivou avaliar o rendimento de grãos do milho segunda safra e a produção de forragem, sob dois regimes hídricos e diferentes sistemas de cultivo na região extremo oeste do estado de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

Local da Área Experimental

O experimento foi desenvolvido na segunda safra de 2018 na Área Experimental Irrigada da FCAT - Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da Universidade Estadual Paulista – UNESP, localizado no município de Dracena - SP, com coordenadas geográficas: Latitude 21°27' S e Longitude 51°33' W e altitude média de 400m. De acordo com a classificação de Köppen, o clima predominante da região é do tipo Aw, é categorizado como subtropical úmido, com verão quente e chuvoso de outubro a março e inverno seco e ameno de baixa precipitação pluvial de abril a setembro com dados climáticos médios anuais: temperatura 23,97°C, umidade relativa 64,23% e precipitação pluvial de 1261 mm ano⁻¹. Os detalhes sobre os eventos climáticos durante o período experimental estão apresentados na Figura 1.

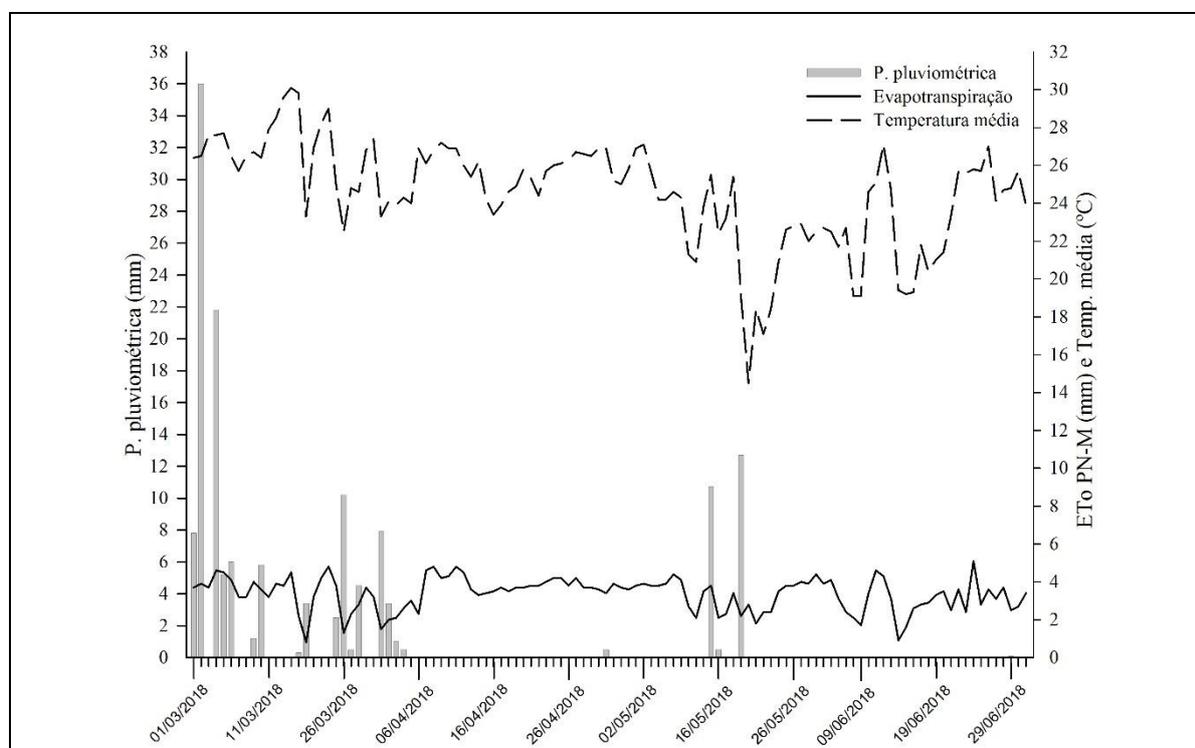


Figura 1. Comportamento climático: precipitação pluviométrica (mm), evapotranspiração de referência (mm) e temperatura média do ar (°C). *Climatic behavior: pluviometric precipitation (mm), evapotranspiration (mm) and average temperature (°C).*

Fonte: Autoria própria. *Own authorship.*

Histórico da área experimental

A área experimental foi explorada por pastagem em sistema extensivo há mais de 20 anos com forragem do gênero *Urochloa brizantha*. O presente sistema de produção teve início em abril de 2016 com a implantação das três coberturas em sistema convencional de preparo de solo. Anteriormente à implantação do experimento, foi realizada correção do solo por meio de calagem, baseando-se na análise química do solo, sendo este preparado por meio de uma

aração profunda, com arado de discos e duas operações com grade niveladora, visando a incorporação do corretivo no solo para implantação do SPD.

Em outubro do mesmo ano foi implantado o sistema safra/safrinha, iniciado com a soja de verão em sistema convencional de preparo de solo e SPD, seguido do milho segunda safra consorciado com três coberturas vegetais (*Urochloa brizantha* cv Paiaguás, *U. brizantha* cv Piatã e *U. ruziziensis* cv Ruziziensis), utilizando os mesmos sistemas de cultivo. O sistema foi planejado para quatro anos de avaliações consecutivas.

Após a colheita do milho em julho de cada ano, as forrageiras permanecem por um período de regeneração, objetivando a formação de palha visando cobertura para implantação da soja de verão, tendo seu início no mês de outubro/novembro com a dessecação e semeadura, respectivamente. A dessecação das forrageiras foi realizada por meio da aplicação de amônio de glifosato 792,5 g kg⁻¹ conforme dose recomendada pelo fabricante. Para o sistema convencional de preparo de solo, a cada ciclo foi efetuado o preparo de solo com duas operações, uma de grade intermediária e uma de grade niveladora. Desta forma, foram conduzidas as safras de soja verão nos anos de 2016, 2017 e 2018; e de milho segunda safra em 2017 e 2018.

Instalação e condução experimental

O solo da área foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (SANTOS *et al.*, 2018). Foi realizada a amostragem do solo em janeiro/2018 na profundidade de 0,0 a 0,20 m para realização dos cálculos de adubação de semeadura baseada na produtividade esperada do milho segunda safra.

Tabela 1. Caracterização química do solo da camada de 0,00 – 0,20 m realizada por meio de amostragem composta da área experimental. *Soil chemical characterization of the layer 0.00 – 0.20 m performed by means of a composite sampling from the experimental area.*

pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V
(CaCl ₂)	(g dm ⁻³)	(mg dm ⁻³)	------(mmol _c dm ⁻³) -----				-----			(%)
4,8	1512	12	1,7	11	6	2	20	18,7	38,7	48

Métodos de extração: P, Ca, Mg e K em resina. *Extraction methods: P, Ca, Mg and K in resin extractant.*

Fonte: Autoria própria. *Own authorship.*

A semeadura do consórcio [sementes das forrageiras (*Urochloa*) e de milho (híbrido Riber K 9105)] foi realizada simultaneamente 15/03/2018, sendo as forrageiras semeadas em linhas posicionadas nas entrelinhas do milho, na proporção de 13,5 kg ha⁻¹ e 60 mil ha⁻¹ de sementes, respectivamente, para forrageiras e milho.

A unidade experimental foi compreendida por 5 linhas de 5 m espaçadas à 0,45m, das quais foram avaliadas as 3 linhas centrais e os 3 metros centrais das mesmas.

A adubação de cobertura foi dividida em duas aplicações iguais, na proporção de 60 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia [CO(NH₂)₂] e 35 kg ha⁻¹ de K na forma cloreto de potássio (K₂O) para cada aplicação, a qual foi realizada aos 20 e 50 dias após a emergência do milho.

O controle das pragas Lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e Percevejo-barriga-verde (*Dichelops furcatus*) foi realizado por meio da aplicação de tiametoxan (28,2 g

ha⁻¹ do i.a.) nos estádios fenológicos V₁ e V₁₀, e do produto imidacloprido (80 g ha⁻¹ do i.a.) no estágio fenológico V₇. O controle da ferrugem (*Puccinia polysora*) foi realizado por meio da aplicação de azoxistrobina 240 g ha⁻¹ do i.a.) entre os estádios fenológicos V_T e R₁. As aplicações foram tratorizadas com pulverizador calibrado para 240 L ha⁻¹ de calda.

A recomendação da necessidade de irrigação foi realizada com base na evapotranspiração de referência (ET_o) estimada pelo método de Penman-Monteith (ALLEN *et al.*, 1998), a partir dos dados meteorológicos de: temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%), velocidade do vento (m s⁻¹) e radiação solar (MJ m⁻²) obtidos da estação Meteorológica Campbell Scientific CR10X, instalada na FCAT - Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da Universidade Estadual Paulista – UNESP. Foi utilizado para os cálculos da evapotranspiração de referência (ET_o) o Software SMAI (MARIANO *et al.*, 2011). A ET_o diária foi multiplicada pelo coeficiente da cultura (K_c) de acordo os seus respectivos estádios fenológicos da cultura do milho, obtendo deste modo a evapotranspiração da cultura (ET_c). O sistema de irrigação utilizado foi o de aspersão convencional, composto por 3 linhas com 6 aspersores cada, no espaçamento de 12 metros entre aspersor na linha e 12 metros entre as linhas de irrigação, efetivando uma lâmina líquida de 4,0 mm h⁻¹, pressão de serviço 2,0 bares, com tempos de irrigação variáveis em função da ET_c, sendo realizados em turno de rega fixo de 4 dias.

Delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcela subdividida com sete repetições. Os tratamentos foram compostos por combinações de sistemas de cultivo, nas parcelas, com quatro níveis (sistema convencional de preparo de solo; SPD de milho consorciado com *Urochloa brizantha* cv Paiaguás; *U. brizantha* cv Piatã; e *U. ruziziensis* cv Ruziziensis), e irrigação nas subparcelas, com dois níveis de regimes hídricos (não irrigado e irrigado).

Variáveis avaliadas

Foram avaliados o rendimento de grãos (kg ha⁻¹); estande final (plantas m⁻¹), massa seca de palha de milho (colmo + folha + palha da espiga + sabugo) expressado em kg ha⁻¹, massa seca de palha das coberturas e massa seca da palha residual total (kg ha⁻¹).

As espigas de milho foram colhidas manualmente, secas em ambiente natural e, posteriormente, foi realizado mecanicamente a debulha com trilhadora de parcelas. A estimativa do rendimento de grãos foi obtida por meio da massa úmida natural de colheita das parcelas, os grãos foram separados, sua massa mensurada e os valores foram corrigidos para a base úmida de 13% segundo Brasil (2009) e os valores expressos em kg ha⁻¹.

A estimativa de estande final foi determinada por meio da quantidade de plantas no momento da colheita e expresso em plantas ha⁻¹.

Para estimativa da massa seca de palha de milho, na ocasião da colheita do experimento, foram coletadas amostras das três linhas de três metros da cultura, perfazendo área amostrada de 4,05 m² e determinada a massa fresca. Em seguida, foram selecionadas aleatoriamente

duas plantas, as quais foram secas em estufa de ventilação de ar forçada por 72h à temperatura de 65°C para determinação do grau de umidade. Os dados obtidos foram utilizados para estimativa da produtividade das parcelas em kg ha⁻¹.

A massa seca de palha das coberturas vegetais foram estimadas no mesmo dia da colheita do milho. Para esta operação, foi utilizado um quadro feito de estrutura de ferro de área conhecida (0,5 m²), posicionado aleatoriamente dentro das parcelas a fim de obter uma sub amostra, na qual, com auxílio de uma ceifadeira motorizada, as mesmas foram cortadas rente ao nível do solo e colocadas em sacos de papel, visando a mensuração da massa fresca total na área de 0,5 m². Na sequência, foi retirada desta sub amostra, uma amostra de 300 g, a qual foi colocada em estufa de ventilação de ar forçada por 72h à temperatura de 65°C para determinação do grau de umidade, e convertida massa seca residual. Os dados obtidos foram utilizados para estimar a produtividade da parcela em kg ha⁻¹.

A estimativa de massa seca de palha residual total foi obtida por meio da somatória da palha residual do milho e palha residual de cobertura vegetal, sendo expressa em kg ha⁻¹.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise do teste F ($p \leq 0,05$). Quando significativo, as variáveis foram submetidas ao teste de Tukey ($p < 0,05$) para comparação de médias. Toda a análise estatística dos dados foi realizada utilizando rotinas desenvolvidas pelos autores no software livre R (R CORE TEAM, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, estão apresentados os resultados da análise de variância para as características avaliadas. Foi detectada significância de interação entre os fatores (sistema de cultivo × regimes hídricos), para todas as variáveis respostas, com exceção para a massa seca de palha de milho.

Na Tabela 3, está apresentado o rendimento de grãos de milho. Foi verificado que não houve diferença estatística entre os sistemas de cultivo para o tratamento não irrigado, todavia apresentaram valores muito abaixo do potencial produtivo da cultura para o estado e região. O fato de não haver diferenças entre os sistemas de cultivo pode ser atribuído aos períodos de veranico e às baixas precipitações pluviométricas no decorrer do experimento, principalmente nos estádios vegetativo e reprodutivo da cultura, que pode ser observado a partir do início de abril, quando as chuvas praticamente cessaram (Figura 1), o que provavelmente proporcionou à redução a disponibilidade hídrica no solo abaixo do nível crítico.

Além da escassez de chuva supracitada, a matocompetição também pode ter influenciado a baixa produtividade em ambos os sistemas cultivo, com maior efeito apresentado no SPD com *Urochloa ruziziensis* cv Ruziziensis. Essa resposta pode ser verificada quando se compara este sistema de cultivo com os valores de massa seca dos demais consórcios na época da colheita do milho (Tabela 5). A produtividade da massa seca estimada da *U. ruziziensis* cv Ruziziensis alcançou o valor de 6504 kg ha⁻¹, evidenciando, assim, uma provável competição por água entre as culturas.

Tabela 2. Análise de variância para as características rendimento de grãos (RG), estande final (EF), massa seca de palha de milho (MSPM), massa seca de palha das coberturas vegetais (MSPC) e massa seca de palha residual total (MSPRT). *Variance analysis for the traits grain yield (RG), plant population (EF), dry corn stover (MSPM), forage dry mass (MSPC), dry mass of total residual straw (MSPRT).*

FV	GL	QM				
		RG	EF	MSPM	MSPC	MSPRT
Sistema de cultivo	3	9298442***	78730014 ^{ns}	28791900***	98187070***	32310120***
Erro (a)	52	972882	46918102	2189200	1568637	2446505
Regimes hídricos	1	1036703435***	6630141311***	698113935***	161408028***	188161572***
Interação	3	3463621*	220839593*	3163104 ^{ns}	23046666***	35000212***
Erro (b)	52	1187569	55493584	2700491	1197226	4143052
CV1 (%)		26,8	14,8	25,5	46,2	18,4
CV2 (%)		29,6	16,1	28,3	40,4	23,9

Fonte de variação (FV); coeficiente de variação (CV); quadrado médio (QM); grau de liberdade (GL). ^{ns} – não significativo.; * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$. *Source of variation (FV); variation coefficient (CV); mean square (QM); degree of freedom (GL).* ^{ns} – not significant; * – $p < 0.05$; ** – $p < 0.01$; *** – $p < 0.001$.

Fonte: Autoria própria. *Own authorship.*

Tabela 3. Resultados do teste de comparação de média para as características rendimento de grãos (RG) e estande final (EF), sob diferentes regimes hídricos e sistemas de cultivo. *Results of the mean comparison test for the traits grains yield (RG) and plant population (EF), under different water regimes and systems of the cultivation.*

Regimes hídricos	Sistemas de cultivo			
	Convencional	Paiaguás	Piatã	Ruziensiis
	RG (kg ha ⁻¹)			
Não irrigado	749 b	631 b	905 b	288 b
Irigado	7617 aA	6824 aA	7024 aA	5447 aB
	EF (plantas ha ⁻¹)			
Não irrigado	39506 bAB	41446 bA	40211 bA	32980 bB
Irigado	50794 a	55556 a	52733 a	56613 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). Letras maiúsculas comparam as linhas, enquanto letras minúsculas comparam as colunas. *Mean values followed by the same letter do not differ by Tukey's test ($p < 0.05$). Capital letters compare the lines, while lowercase letters compare the columns.*

Fonte: Autoria própria. *Own authorship.*

Pariz *et al.* (2011) verificaram que o milho em consórcio com as braquiárias sob condições de sequeiro é influenciado principalmente pela velocidade de estabelecimento da forrageira e aumento da competição por água, luz e nutrientes, o que pode prejudicar o desenvolvimento e, conseqüentemente, o rendimento de grãos, resultados estes que corroboram que o do presente estudo. O baixo rendimento no sistema não irrigado pode ser elucidado pelo relato de Gontijo Neto *et al.* (2013) que, avaliando o efeito da época de semeadura e adaptação de cultivares de milho na segunda safra, concluíram que o retardamento na época de semeadura reduziu o rendimento de grãos, resultando em uma queda de produtividade de 66 kg ha⁻¹ a cada dia de atraso a partir da primeira semeadura.

Para o tratamento irrigado, o SPD com *U. ruziziensis* cv Ruziziensis apresentou rendimento de grãos inferior a todos os demais consórcios (Tabela 3). Provavelmente, isto está atrelado a maior competição por água e nutriente associada à esta cobertura vegetal no seu estágio inicial de estabelecimento, período este considerado crítico para a cultura do milho. Por outro lado, foi observado uma resposta diferencial positiva para os SPD com *U. brizantha* cv Piatã e *U. brizantha* cv Paiaguás, as quais foram menos competitivas por água e nutrientes durante o seu período inicial de estabelecimento mesmo sob o tratamento irrigado. Dessa forma, os SPD com *Urochloa brizantha* cv Piatã e *U. brizantha* cv Paiaguás apresentaram as melhores opções de consórcios quando a finalidade for o rendimento de grãos na modalidade de milho segunda safra.

Em comparação com resultados de outros autores, os consórcios com o tratamento irrigado em sistema convencional de preparo de solo e SPD com *U. brizantha* cv Piatã e *U. brizantha* cv Paiaguás não diferiram estatisticamente. Esses resultados vão de encontro aos obtidos por Chioderoli *et al.* (2010), os quais concluíram que as modalidades de consórcio afetaram o desenvolvimento do milho, reduzindo o rendimento de grãos, quando comparados com a produtividade obtida no tratamento de milho em sistema convencional de preparo de solo (milho solteiro).

No tratamento irrigado, o estande final apresentou as maiores estimativas para o sistema convencional de preparo de solo e SPD com *Urochloa brizantha* cv Piatã e *U. brizantha* cv Paiaguás. No tratamento irrigado, o estande final não apresentou diferença estatística entre os sistemas de cultivo (Tabela 3). Carvalho *et al.* (2004) verificaram que o sistema convencional de preparo de solo proporcionou maior estande final em relação ao SPD com a cultura do milho cultivada em sucessão a adubos verdes.

A maior resposta estimada para o estande final no tratamento irrigado quando comparado ao tratamento não irrigado está relacionada ao suprimento da necessidade hídrica da plântula após a emissão da radícula, conduzindo a um estande mais uniforme. Essas respostas verificadas com o tratamento irrigado revela a importância da irrigação no extremo oeste do estado de São Paulo para a cultura do milho nesses sistemas de cultivo visando à obtenção de maiores incrementos para o rendimento de grãos e estande final, o que está relacionado ao fato da água atuar na manutenção e preservação de suas funções vitais, sendo fundamental em todos os processos fisiológicos, como por exemplo, na relação no transporte de solutos e hormônios via fonte e dreno (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Para a característica massa seca de palha de milho, o sistema convencional de preparo do solo e o SPD com *Urochloa brizantha* cv Paiaguás não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 4). O sistema convencional de preparo de solo apresentou rendimento de massa seca de palha de milho superior ao SPD com *U. brizantha* cv Piatã e *U. ruziziensis* cv Ruziziensis, sendo esta última, a que proporcionou menor incremento de massa seca de palha de milho, com decréscimo de 35,43% em relação ao sistema convencional de preparo de solo.

Tabela 4. Resultados do teste de comparação de média para a característica massa seca de palha de milho (MSPM). *Results of the mean comparison test for the trait dry corn stover (MSPM).*

Sistema de cultivo	MSPM (kg ha ⁻¹)
Convencional	6926 a
Paiaguás	6027 ab
Piatã	5766 b
Ruzizensis	4472 c
Regimes hídricos	PRM
Não irrigado	3301 b
Irrigado	8294 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). *Mean values followed by the same letter do not differ by Tukey's test ($p < 0.05$).*

Fonte: Autoria própria. *Own authorship.*

O tratamento irrigado apresentou maior incremento de massa seca de palha de milho em relação ao tratamento não irrigado, com acréscimo de 151% no sistema convencional de preparo de solo de cultivo. Chioderoli *et al.* (2010) verificaram que o rendimento de massa seca de palha de milho irrigado sob pivô central consorciado com as forrageiras, na entrelinha, tiveram menor rendimento de massa seca de palha de milho. Segundo esses autores, essa redução é compensada pela maior quantidade de massa seca produzida pelas forrageiras, proporcionando maior cobertura para o solo, sendo fundamental para a manutenção e longevidade do SPD, o que corrobora com os resultados do presente estudo.

Tabela 5. Resultados do teste de comparação de média para as variáveis de massa seca de palha de cobertura vegetais (MSPC) e massa seca de palha residual total (MSPRT), sob diferentes regimes hídricos. *Results of the mean comparison test for the variable of forage residual straw (MSPC) and dry mass of total residual straw (MSPRT), under different water regimes and systems of the cultivation.*

Regimes hídricos	Sistema de sistema de cultivo			
	Convencional	Paiaguás	Piatã	Ruzizensis
	MSPC (kg ha ⁻¹)			
Não irrigado	0C	4460 aB	4682 aB	6504 aA
Irrigado	0B	2031 bA	1899 bA	2111 bA
	MSPRT (kg ha ⁻¹)			
Não irrigado	4009 bB	8380 bA	8038 bA	8423bA
Irrigado	9843 a	10165 a	10076 a	9136 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). Letras maiúsculas comparam as linhas, enquanto letras minúsculas comparam as colunas. *Mean values followed by the same letter do not differ by Tukey's test ($p < 0.05$). Capital letters compare the lines, while lowercase letters compare the columns.*

Fonte: Autoria própria. *Own authorship.*

Para a característica de massa seca de palha de cobertura vegetais, no tratamento não irrigado, o SPD com *Urochloa ruzizensis* cv Ruzizensis apresentou maior incremento de massa seca de palha de cobertura no momento da colheita do milho do que os SPD com *U. brizantha* cv Paiaguás e *U. brizantha* cv Piatã (Tabela 5). Dessa forma, o SPD com *U.*

ruziziensis cv Ruziziensis mostrou-se mais adequada dentre as demais, por apresentar características desejáveis devido a sua maior eficiência no acúmulo de massa seca de palha e, conseqüentemente, fornece maior proteção do solo, o que revela dupla aptidão: pastejo no período da entressafra para a região que apresenta pouca oferta de forragem entre os meses de julho a setembro; e maior aporte de palha para implantação e sustentabilidade para o SPD, proporcionando melhores condições e qualidade de semeadura para a soja de verão.

Os resultados encontrados neste trabalho para a característica de massa seca de palha de cobertura corroboram com os de Fanchini *et al.* (2014), os quais relataram que dentre as espécies do gênero *Urochloa* a cultivar Ruziziensis é a mais utilizada no início da adoção da ILP, por oferecer diversas vantagens, como o fácil manejo, produção de forragem de alta qualidade, boa cobertura vegetal, excelente ciclagem de nutrientes, baixa resistência ao herbicida glifosate, favorecendo as operações de dessecação e o desempenho das semeadoras (SILVA HIRATA *et al.*, 2009; GIANCOTTI, 2012).

Para a característica massa seca de palha de cobertura vegetais, os SPD apresentaram menores rendimentos para o tratamento irrigado em relação ao tratamento não irrigado (Tabela 5). Visualmente, foi verificado baixo desenvolvimento vegetativo das *Urochloas* do tratamento irrigado no momento da colheita do milho, em comparação ao tratamento não irrigado (dados não mostrado). Este baixo rendimento pode ter relação direta com o bom desempenho do milho híbrido utilizado (Riber K 9105). Sua boa performance é devido ao seu comportamento genético *per se* somado as condições ambientais favoráveis, tais como disponibilidade hídrica, temperatura e fertilidade do solo, potencializado pelo aumento do índice de área foliar da cultura do milho e do espaçamento reduzido (0,45m).

Dessa forma, a cultura do milho provocou alto grau de sombreamento no tratamento irrigado em SPD, o que provavelmente provocou uma baixa luminosidade, estiolamento e redução da taxa de fotossíntese, o que pode explicar o menor acúmulo de massa seca, conforme relatado por Pariz *et al.* (2011).

No tratamento não irrigado a massa seca de palha residual total apresentaram valores superiores aos SPD em relação ao sistema convencional de preparo de solo, visto que o total de palha se refere à somatória da palha residual do milho e palha residual de cobertura vegetais (Tabela 5). Resultados semelhantes foram encontrado por Seidel *et al.* (2015), os quais observaram que o consórcio de milho com a *Urochloa ruziziensis* cv Ruziziensis em SPD promoveu incremento de 40% no rendimento de massa seca total depositada sobre o solo quando comparado com o sistema convencional de preparo de solo.

Para a característica massa seca de palha residual total, no tratamento irrigado, foi verificado estimativas superiores ao tratamento não irrigado em todos dos sistemas de cultivo avaliados. O rendimento de massa seca de palha total obtidos no presente estudo corroboram com relato de Timossi *et al.* (2007), os quais discorrem que o consórcio de milho com *Urochloa* além de fornecer grande quantidade de massa seca, o que é fundamental para o SPD, apresentam alta relação carbono/nitrogênio (C/N), retardando a velocidade de decomposição da palha.

CONCLUSÃO

Independente dos sistemas de cultivo avaliados, o uso da irrigação proporcionou incremento médio de 1045% no rendimento de grãos de milho em relação ao tratamento não irrigado. Além disso, foram verificados maiores estande final e massa seca de palha residual total, proporcionando, assim, maior aporte de palha e benefícios ao SPD para as safras seguintes.

Dentre as coberturas vegetais empregadas no SPD consorciada com o milho segunda safra, as coberturas Paiaguás e Piatã revelaram ser melhor opção para o consórcio, sob as condições em que foi realizado o experimento na região do extremo Oeste do Estado de São Paulo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO – Irrigation and Drainage Paper, 56).
- BIANCHI, C. A. M.; BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; HECKLER, B. M. M.; COMIRAN, F. Condutância da folha em milho cultivado em plantio direto e convencional em diferentes disponibilidades hídricas. **Ciência rural**, Santa Maria, v. 37, n. 2, p.315-322, 2007.
- BINI, D.; SANTOS, C. A.; BERNAL, L. P. T.; ANDRADE, G.; NOGUEIRA, M. A. Identifying indicators of C and N cycling in a clayey Ultisol under different tillage and uses in winter. **Applied soil ecology**, Denmark, v. 76, p.95-101, 2014.
- BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 2, p.163-171, 2007.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária, 2009. 399 p.
- CARVALHO, M. A. C. D.; SORATTO, R. P.; ATHAYDE, M. L. F.; ARF, O.; SÁ, M. E. D. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 39, n. 1, p.47-53, 2004.
- CHAVES, M. M.; COSTA, J. M.; ZARROUK, O.; PINHEIRO, C.; LOPES, C. M.; PEREIRA, J. S. Controlling stomatal aperture in semi-arid regions—The dilemma of saving water or being cool? **Plant Science**, Shannon, v. 251, n. 10, p.54-64, 2016.
- CHIODEROLI, C. A.; MELLO, L. M. M.; GRIGOLLI, P. J.; SILVA, J. O. R.; CESARIN, A. L. Consorciação de braquiárias com milho outonal em plantio direto sob pivô central. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 6, p.1101-1109, 2010.

CHIODEROLI, C. A.; MELLO, L. M.; HOLANDA, H. V.; FURLANI, A.; EDUARDO, C.; GRIGOLLI, P. J.; SILVA, J. O. R.; CESARIN, A. L. Consórcio de *Urochloas* com milho em sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 10, p.1804-1810, 2012.

CORREIA, N. M.; LEITE, M. B.; FUZITA, W. E. Consórcio de milho com *Urochloa ruziziensis* e os efeitos na cultura da soja em rotação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 1, p.65-76, 2013.

CRUZ, J. C.; GARCIA, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; SIMÃO, E. P. Safrinha deve superar a safra de verão. **Revista Campo & Negócio**, Uberlândia, v. 11, n. 127, p.24-29, 2013.

DRUMOND, L. C. D.; AGUIAR, A. P. A. **Irrigação de pastagem**. Uberaba: L.C.D. Drumond, 2005. 210 p.

DUARTE A. P.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z. **Fatores bióticos e abióticos em cultivares de milho e estratificação ambiental: avaliação IAC/ CATI/Empresas – 1999/2000**. Campinas: IAC, 2000. 150 p.

FANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; CONTE, O. Soybean performance as affected by desiccation time of *Urochloa ruziziensis* and grazing pressures. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 5, p.999-1005. 2014

GONTIJO NETO, M. M.; MAY, A.; VANIN, A.; SILVA, A. F.; SIMÃO, E. P.; SANTOS, E. A.; QUEIROZ, L. R.; BARCELOS, V. G. F. Avaliação de cultivares de milho e épocas de semeadura em safrinha na região de Rio Verde (GO). *In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA*, 12, 2013, Dourados. **Anais [...]** Dourados: EMBRAPA Agropecuária Oeste, 2013. p. 1-6.

KLIEMANN, H. J.; BRAZ, A. J. B. P.; SILVEIRA, P. M. Taxa de composição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho Distroférrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Brasília, v. 36, n. 1, p.21-28, 2006.

LANA, M. D. C.; CZYCZA, R. V.; ROSSET, J. S.; FRANDOLOSO, J. F. Maize nitrogen fertilization in two crop rotation systems under no-till. **Revista Ceres**, Londrina, v. 60, n. 6, p.852-862, 2013.

MARIANO, J. Q.; HERNANDEZ, F. B. T.; SANTOS, G. O.; TEIXEIRA, A. H. C. Software para cálculo da evapotranspiração de referência diária pelo método de Penman-Monteith. *In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM*, 21, 2011, Petrolina. **Anais [...]** Brasília: ABID, 2011. p.1-6.

PACHECO, L.; COSTA, R.; CUNHA, P.; WISINTAINER, C. Atividade microbiana do solo sob plantio direto e incorporado com diferentes palhadas e épocas de aplicação de nitrogênio. **Multi-Science Journal**, Urutaí, v. 1, n. 6, p.54-58, 2017.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M. V.; BERGAMASCHINE, A. F.; MANO MELLO, L. M.; LIMA, R. C. Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 5, p.875-882, 2011.

PAVINATO, P. S.; CERETTAI, C. A.; GIROTTOLL, 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.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2019. Disponível em: <http://www.r-project.org>. Acesso em: 4 abr. 2019.

RIBEIRO, E. G.; ALENCAR, F. C. A.; BERGOTTINI, J. G.; PALIERAQUI, C. E. M.; CÓSER, A. C.; FARIA, S. A. N. Influência da irrigação durante as épocas seca e chuvosa na taxa de lotação, no consumo e no desempenho de novilhos em pastagens de capim-elefante e capim-mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 9, p.1546-1554, 2008.

RICHART, A.; PASLAUSKI, T.; NOZAKI, M. H.; RODRIGUES, C. M.; FEY, R. Desempenho do milho safrinha e da *Brachiaria ruziziensis* cv. Comum em consórcio. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 4, p.497-502, 2010.

SANTOS, H. G.; JOCOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBREARAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; FILHO, J. C. A.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. ampl. Rio de Janeiro: Embrapa. 2018. 531 p.

SEIDEL E. P.; MATTIA, V.; MATTEI, E.; CORBARI, F. Produção de matéria seca e propriedades físicas do solo na consorciação milho e braquiária. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 14, n. 1, p.18-24, 2015.

SILVA HIRATA, A. C.; HIRATA, E. K.; MONQUERO, P. A.; GOLLA, A. R.; NARITA, N. Plantas de cobertura no controle de plantas daninhas na cultura do tomate em plantio direto. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 3, p.465-472, 2009.

SOUSA, R. S.; BASTOS, E. A.; CARDOSO, M. J.; RIBEIRO, V. Q.; BRITO, R. R. Desempenho produtivo de genótipos de milho sob déficit hídrico. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 14, n. 1, p.49-60, 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2017.

TIMOSSI, P. C.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p.617-622, 2007.