

Milho para ensilagem cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional sob efeito de veranico

Growing corn for silage in no-tillage and conventional systems under different periods of hydric deficit

Francineudo Alves Silva^{1*}; Francisco Claudio Lopes de Freitas²;
Paulo Roberto Ribeiro Rocha³; Jorge Luiz Xavier Lins Cunha⁴;
Jeferson Luiz Dallabona Dombroski²; Maria Eliani Holanda Coelho¹;
Mayky Francley Pereira de Lima⁵

Resumo

Conduziu-se este trabalho com objetivo de avaliar o efeito de períodos de veranico sobre a produtividade de milho para ensilagem cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional. O experimento foi conduzido em esquema de parcelas subdivididas, distribuídas no delineamento de blocos casualizados, sendo que nas parcelas foram avaliados os sistemas de plantio direto e plantio convencional e nas subparcelas, seis períodos de veranicos (2, 6, 10, 14, 18 e 22 dias) aplicados a partir dos 34 dias após o plantio, respectivamente. A cultura foi irrigada por gotejamento, com controle individual do suprimento de água em cada subparcela, para interrupção do suprimento de água nos períodos de veranico, bem como o manejo da irrigação fora dos períodos de veranico, que foi realizado de modo diferenciado para cada subparcela, baseado na tensão de água no solo, de modo a permitir a medição do consumo de água no ciclo da cultura. Verificou-se que períodos de veranico de 6, 10, 14, 18 e 22 dias reduziram a produtividade de matéria seca de milho para ensilagem em 8,74; 26,47; 42,5; 48,05 e 64,60% no sistema de plantio direto e em 16,42; 32,04; 47,38; 65,23 e 74,19% no sistema de plantio convencional, respectivamente. O sistema de plantio direto reduziu o consumo e melhorou a eficiência no uso da água na produção de milho para ensilagem, reduzindo as perdas provocadas por déficit hídrico.

Palavras-chave: *Zea mays*, déficit hídrico, risco climático, silagem, eficiência no uso da água

Abstract

Led-if this work aimed to evaluate the effect of Indian summer periods about the productivity of corn for silage grown in no-tillage and conventional systems. The experiment was conducted in split plots, distributed in randomized block design, and systems were evaluated plots of no-till and conventional tillage and subplots, six periods of dry spells (2, 6, 10, 14, 18 and 22 days) applied from the 34 days after planting, respectively. The crop was irrigated by drip, with individual control of the water supply in each sub-plot, for interruption of the water supply during periods of Indian summer, as well as the irrigation management outside the periods of Indian summer, which was carried out separately for each

¹ Profs., Instituto Federal do Ceará, IFCE, Iguatu, CE. E-mail: fa-silva1938@bol.com.br; mehcoelho@yahoo.com.br

² Profs., Deptº de Ciências Vegetais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFRSA, Mossoró, RN. E-mail: fclaudiof@yahoo.com.br; jeferson@ufersa.edu.br

³ Prof., Universidade Federal de Roraima, UFRR, Boa Vista, RR. E-mail: paulo.rocha@ufv.br

⁴ Prof., Universidade Federal de Alagoas, UFAL, Maceió, AL. E-mail: jorge.cunha.xavier@gmail.com

⁵ Engº Agrº, UFRSA, Mossoró, RN. E-mail: maykylima@bol.com.br

* Autor para correspondência

sub-plot, based on soil water tension, in order to allow for the measurement of water consumption in the cycle of culture. It was found that Indian summer periods of 6, 10, 14, 18 and 22 days reduced dry matter productivity of corn for silage in 8.74; 26.47; 42.5; 48.05 and 64.60% of no-till and in 16.42; 32.04; 47.38; 65.23 and 74.19% in conventional tillage, respectively. The no-tillage system reduced consumption and improved water use efficiency in the production of corn for silage, reduced losses caused by water deficit.

Key words: *Zea mays*, water deficit, climate risk, silage, efficiency in water use

Introdução

A pecuária brasileira é baseada em sistema de pastoreio em pastagens para alimentação do rebanho. Todavia, a disponibilidade e a qualidade da forragem sofrem grandes variações ao longo do ano, em consequência de fatores climáticos, como estações secas prolongadas, que podem ser mais ou menos intensas dependendo da região e das condições climáticas no ano agrícola, tornando-se necessário o armazenamento de forragem na forma de feno ou de silagem para esse período.

Dentre as forragens conservadas, merece destaque a silagem de milho, devido à tradição de cultivo nas diferentes regiões do país, alto rendimento e características qualitativas, além da boa aceitação por parte dos animais (GOMES et al., 2002). O cultivo do milho para ensilagem é realizado normalmente na estação chuvosa, todavia, mesmo nessa época do ano pode haver um período sem ocorrência de chuvas ocasionando déficit hídrico, também conhecido como veranico. Segundo Hernandez et al. (2003), déficit hídrico, estiagem e veranico são termos muitas vezes utilizados como sinônimos; entretanto, sempre se faz necessário independente do termo, informar a duração, frequência e período de retorno com que ocorrem.

A deficiência hídrica é uma situação comum a muitas culturas e constitui-se em um dos fatores que mais afetam a produção agrícola, influenciando praticamente todos os aspectos relacionados ao desenvolvimento vegetal (DAMATTA, 2007). Os danos provocados pelo estresse hídrico variam conforme a duração, intensidade, frequência, estágio

de desenvolvimento, cultivar, condições ambientais como temperatura e umidade relativa do ar, textura do solo e práticas de manejo.

Maior redução na produção de milho em consequência do déficit hídrico ocorre por ocasião da polinização, formação do zigoto e desenvolvimento inicial do grão (BERGAMASCHI et al., 2004). Déficit hídrico de 09 a 12 dias na fase de floração ocasiona perda de 50 % na produção de grãos de milho (CARVALHO et al., 2000). Se o déficit hídrico ocorrer na fase vegetativa, o efeito sobre o rendimento de grãos é menor, no entanto, ocorre redução no crescimento das plantas, com decréscimos da área foliar e da biomassa (BERGAMASCHI et al., 2006), o que pode exercer grande influência sobre o rendimento de milho para ensilagem, que é realizada com a parte aérea da planta.

Para amenizar prejuízos causados por ocorrência de veranico, os produtores muitas vezes utilizam de previsões meteorológicas no momento de estabelecer calendário de plantio, no entanto, essas previsões não são precisas e também não resolvem o problema do produtor que precisa semear a cultura a tempo de aproveitar a estação chuvosa.

O sistema de plantio direto, que vem sendo amplamente utilizado no cultivo do milho, bem como em outras culturas anuais, é caracterizado pelo revolvimento mínimo do solo e pela palhada sobre superfície do solo, o que possibilita melhor aproveitamento da água das chuvas, uma vez que essa cobertura dificulta o escoamento superficial, aumentando o tempo e a capacidade de infiltração da água (PANACHUKI et al., 2011; TEÓFILO et

al., 2012), além de reduzir a taxa de evaporação devido à proteção do solo à ação dos raios solares e do vento.

Diversos trabalhos têm constatado a eficiência do sistema de plantio direto no aumento da eficiência do uso da água, que correlaciona produtividade com consumo de água, como Teófilo et al. (2012) em estudo com cultivo de melão; Souza et al. (2011) e Coelho (2011) com pimentão, Marouelli et al. (2010) em repolho; Marouelli, Silva e Madeira (2006) na cultura de tomate. Segundo Teófilo et al. (2012), a economia é mais expressiva na fase inicial do ciclo da cultura, pois nesta fase as plantas estão pouco desenvolvidas, e boa parte da água aplicada é perdida por evaporação, enquanto que nos estádios em que as plantas encontram-se mais desenvolvidas, aumenta o consumo de água por parte da cultura com a elevação da taxa transpiratória, reduzindo assim, a proporção de água evaporada em relação à quantidade total aplicada.

Sidiras, Derpsch e Mondardo (1983) verificaram que, em plantio direto, o solo reteve de 36 a 45% mais água disponível para as culturas, reduzindo as perdas por evaporação e aumentando o armazenamento no solo. Já Meireles et al. (2003), verificaram que a utilização do sistema de plantio direto proporcionou aumento da ocorrência de áreas com menor risco e prolongamento do período favorável de semeadura, em relação ao sistema de PC. Esses autores verificaram, ainda, efeito mais evidente em solos com melhor cobertura pela palhada. Freitas (2012) estudando efeito de períodos de veranico sobre a cultura do feijão-caupi, verificou maior tolerância da cultura a períodos de déficit hídrico quando cultivada no sistema de plantio direto em relação ao plantio convencional.

Em regiões que, durante uma parte do ano, as condições de temperatura e de radiação solar são suficientes para a produção agrícola, mas existe um déficit hídrico, como nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, a adoção de técnicas conjugadas de plantio direto e de irrigação tem se mostrado promissora,

sob o ponto de vista de melhor explorar a terra e também sob o aspecto conservacionista (STONE; MOREIRA, 2000, 2001), uma vez que, o plantio direto com adequada cobertura morta propicia maior economia de água em comparação com os demais sistemas de preparo do solo e, no decorrer dos anos, melhoria nas características físicas do solo (LOPES et al., 2004).

Deste modo, o presente trabalho se propôs a avaliar a eficiência no uso da água e o efeito de períodos de veranico sobre a produtividade e os componentes da produção de milho para ensilagem cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no período de setembro a dezembro de 2011, no município de Mossoró-RN, à 5° 11' de latitude sul e 37° 20' de longitude oeste e 18 m de altitude. O clima da região, de acordo com a classificação de Koeppen, é do tipo BSw_h, quente e seco; com precipitação pluviométrica média anual de 673,9 mm; temperatura de 27°C e umidade relativa do ar média de 68,9%. O período chuvoso na região situa-se de fevereiro a junho, com baixíssimas possibilidades de ocorrência de chuvas entre agosto e dezembro (CARMO FILHO; OLIVEIRA, 1995).

Utilizou-se o esquema de parcelas subdividas, distribuídas no delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições. Nas parcelas foram avaliados dois sistemas de plantio (direto e convencional) e nas subparcelas, seis períodos de veranicos (2, 6, 10, 14, 18 e 22 dias).

Cada unidade experimental foi composta por quatro fileiras de cinco metros de comprimento, espaçadas entre si de 0,80m, sendo considerada área útil as duas fileiras centrais, descartando-se 0,5 m de cada extremidade.

Para a formação da palhada no sistema de plantio direto, utilizou-se a *Brachiaria brizanta*

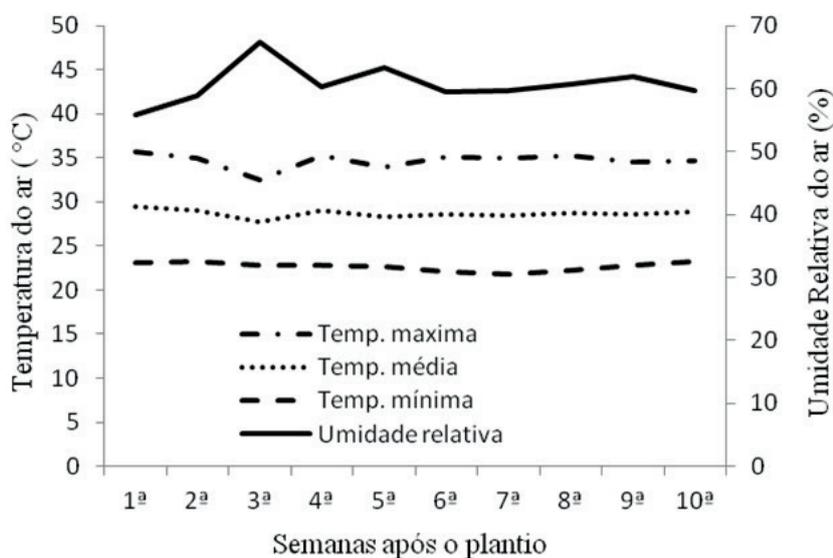
(Hochst ex. A. Rich.) stapt. cv. Marandu, que foi consorciada com a cultura do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.). A semeadura da forrageira foi realizada na linha de plantio da cultura, em março de 2011, em fileiras espaçadas de 0,60 m, utilizando-se 3,0 kg ha⁻¹ de sementes viáveis, distribuídas juntamente com o fertilizante (200 kg ha⁻¹ da formulação N-P-K - 06-24-12). Após a colheita do feijão-caupi, no fim do mês de maio, a forrageira cresceu livremente até agosto, quando foi realizada a dessecação com 1,9 kg ha⁻¹ do herbicida glyphosate (equivalente ácido), ocasião em que se realizou a quantificação da palhada sobre o solo, utilizando-se o quadrado vazado de 0,5m de lado. Após a coleta, o material foi levado à estufa elétrica a 105° C até obter massa constante, verificando-se 6,7 t ha⁻¹ de massa seca.

Nas parcelas com plantio convencional, a área foi cultivada com feijão-caupi no mesmo período. Após a colheita, a área foi mantida em pousio e, uma semana antes da instalação do experimento, procedeu-se o preparo da área por meio de uma aração e duas gradagens.

Vale ressaltar que a área das parcelas estava sendo cultivada previamente nos respectivos sistemas de plantio no período de quatro anos e que a cultura do feijão-caupi, nos dois sistemas de plantio, e a braquiária, no plantio direto, foram irrigadas de forma suplementar, por aspersão.

Da área onde foi conduzido o experimento, foram retiradas amostras de solo, classificado como Argissolo Vermelho - Amarelo Eutrofico (EMBRAPA, 2006), à profundidade de 0 a 20cm para análise física, enquanto que a análise química foi realizada separadamente, na mesma profundidade, para os sistemas de direto e convencional considerando-se que os solos vêm sendo cultivados nos respectivos sistemas de plantio há quatro anos. A análise física revelou a seguinte granulometria: areia total = 0,88 kg kg⁻¹; silte = 0,08 kg kg⁻¹; Argila = 0,04 kg kg⁻¹, enquanto que os resultados das análises químicas dos solos nos sistemas de plantio direto e convencional estão apresentados na Tabela 1, enquanto que os dados relativos às médias semanais das temperaturas máxima, mínima e a umidade relativa do ar durante o período experimental estão apresentados na Figura 1.

Figura 1 Média semanal das temperaturas máxima, mínima e média, e da umidade do ar durante o período experimental. Mossoró-RN, UFRSA, 2013.



Fonte: Elaboração dos autores.

Tabela 1. Resultado das análises químicas dos solos nos sistema de plantio direto e convencional. Mossoró-RN, 2010.

Sistema de Plantio	Características químicas						
	pH (água)	Mat. Org. g/kg	P ----mg/dm ³ ----	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ⁺³ -----cmolc/dm ³ -----
Plantio direto	6,2	12,8	127	160	3,40	1,05	0,10
Plantio Convencional	6,1	10,1	260	157	3,65	0,90	0,075

Fonte: Elaboração dos autores.

O plantio do milho (híbrido BM 3061) foi realizado por meio de plantadeira adubadeira manual (matraca), distribuindo-se três sementes a cada 0,33 m, após a emergência das plântulas realizou-se desbaste, mantendo-se seis plantas por metro de fileira (75.000 plantas ha⁻¹). A adubação de plantio foi realizada utilizando-se 360 kg ha⁻¹ da formulação N-P-K - 06-24-12.

A cultura foi irrigada por gotejamento com mangueiras de 14 mm de diâmetro, com emissores de 1,7 L h⁻¹ espaçados 0,30 m, tendo sido realizado controle individual do suprimento de água em cada subparcela por meio de registros. Durante o período experimental, foi registrado somente uma chuva de 05 mm no dia 01 de novembro 31 dias após plantio, esse registro foi contabilizado e adicionado ao consumo de água total. A interrupção no fornecimento de água para simulação dos períodos de veranico foi realizada aos 34 dias pós o plantio, quando a cultura encontrava-se com oito folhas completamente expandidas (estádio V8), 06 dias antes do pendoamento, que ocorreu aos 40 dias após plantio.

O manejo da irrigação, fora dos períodos de veranico, foi realizado de modo diferenciado para cada tratamento, com base na curva característica de água no solo para cada sistema de plantio a 15 e 30 cm de profundidade (Figura 1), de modo a manter o solo com umidade superior a 75% água disponível total, e por ocasião das irrigações de cada tratamento, realizada a cada dois dias, baseado nas orientações de Taylor (1965), a umidade do

solo foi elevada para valores correspondentes ao potencial matricial médio nas duas profundidades, de cerca de -3 kPa (capacidade de campo). Com base nas lâminas de água aplicadas em cada subparcela, determinou-se o consumo de água para cada subparcela, obtida a partir da vazão dos gotejadores e do somatório do tempo de todas as irrigações realizadas durante o ciclo da cultura, com o consumo total de água em cada subparcela, determinou-se a quantidade de água fornecida a cada tratamento.

Aos 18 e 26 dias após a emergência da cultura, procedeu-se as adubações em cobertura por meio de fertirrigação, aplicando-se 100 kg ha⁻¹ N e 50 kg ha⁻¹ de K₂O, parcelados em igual quantidade nas duas aplicações, utilizando-se como fontes de elementos minerais os sais sulfato de amônia e cloreto de potássio, respectivamente, segundo recomendações de Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999).

A cultura foi mantida livre da interferência de plantas daninhas ao longo do ciclo por meio de capinas e aos 15 e 30 dias após a emergência, realizou-se pulverizações com 1,0 ml ha⁻¹ do inseticida Deltametrina, visando o controle de lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)).

Por ocasião da colheita das plantas para ensilagem, aos 75 dias após o plantio, quando essas encontravam com os grãos pastosos (R4), avaliou-se as seguintes características: altura de plantas, estande, produtividade de matéria fresca, matéria

seca e porcentagem de matéria seca da parte aérea das plantas para ensilagem, partição da parte aérea das plantas em caule, folhas e espigas, consumo de água e eficiência do uso da água (EUA) para produção matéria seca de silagem (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

A altura de plantas foi obtida medindo-se a distância entre o solo e a inserção do limbo da última folha, em dez plantas ao acaso da área útil das subparcelas. A produtividade de massa fresca foi obtida a partir da pesagem das plantas colhidas em quatro metros da área útil das subparcelas, sendo estas cortadas a 10 cm de altura em relação à superfície do solo. Após a pesagem, foram separadas aleatoriamente, 10 plantas de cada subparcela para determinação da partição da parte aérea, enquanto que o restante das plantas foi triturado em máquina forrageira regulada para produzir partículas de 2 cm. Desse material, retirou-se a uma subamostra com aproximadamente 300g, que foi colocada em sacola de papel para secagem em estufa elétrica 105 °C, até massa constante para determinação do teor de massa seca em porcentagem e da produtividade de massa fresca de milho para ensilagem (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

As plantas coletadas para partição foram separadas em caule, folhas e espigas. Posteriormente, as respectivas partes foram trituradas e levadas à estufa com circulação forçada de ar a 60 °C, até massa constante para determinação da massa seca.

A partir da produtividade de matéria seca de silagem (Pt , kg ha⁻¹) e da quantidade de água aplicada no ciclo da cultura (W , m³ ha⁻¹), determinou-se a eficiência de uso de água (EUA, kg m⁻³), conforme descrito por Doorenbos e Kassan (1979):

$$EUA = Pt/W.$$

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade para determinação dos efeitos dos sistemas de plantio e das interações, enquanto que os efeitos dos períodos de veranico foram avaliados por meio de análise de regressão. Na escolha do modelo, levou-se em conta a explicação biológica e a significância do quadrado médio da regressão e das estimativas dos parâmetros.

Resultados e Discussão

Os dados apresentados na Tabela 2 mostram que não houve interação entre os fatores sistemas de cultivo e períodos de veranico para às variáveis: altura de plantas, estande final, produtividade de matéria fresca e seca em toneladas, porcentagem de massa seca de milho para ensilagem e estande final. Embora, plantas com maior estatura e maior produtividade de matéria verde e seca de milho para ensilagem foram verificadas no sistema de plantio direto, independentemente do período de veranico, o que se deve, provavelmente, às condições mais favoráveis ao crescimento das plantas em razão da melhoria das características químicas do solo, especialmente, a matéria orgânica (Tabela 1).

À medida que se aumentou os períodos de déficit hídrico, houve diminuição do estande final (Figura 2B) e no crescimento das plantas em altura (Figura 2A), culminando em redução na produtividade de matéria verde e matéria seca de milho para ensilagem (Figuras 2C e 2D). Períodos de veranico de 6, 10, 14, 18 e 22 dias ocasionaram reduções na produtividade de matéria seca de milho para ensilagem em 8,74; 26,47; 42,5; 48,05 e 64,60% do PD e em 16,42; 32,04; 47,38; 65,23 e 74,19% no PC, respectivamente.

Tabela 2. Altura de plantas, estande final, matéria fresca de silagem e produtividade de matéria seca de silagem de milho em função dos períodos de veranico nos sistemas de (PD) e (PC). Mossoró-RN, 2013.

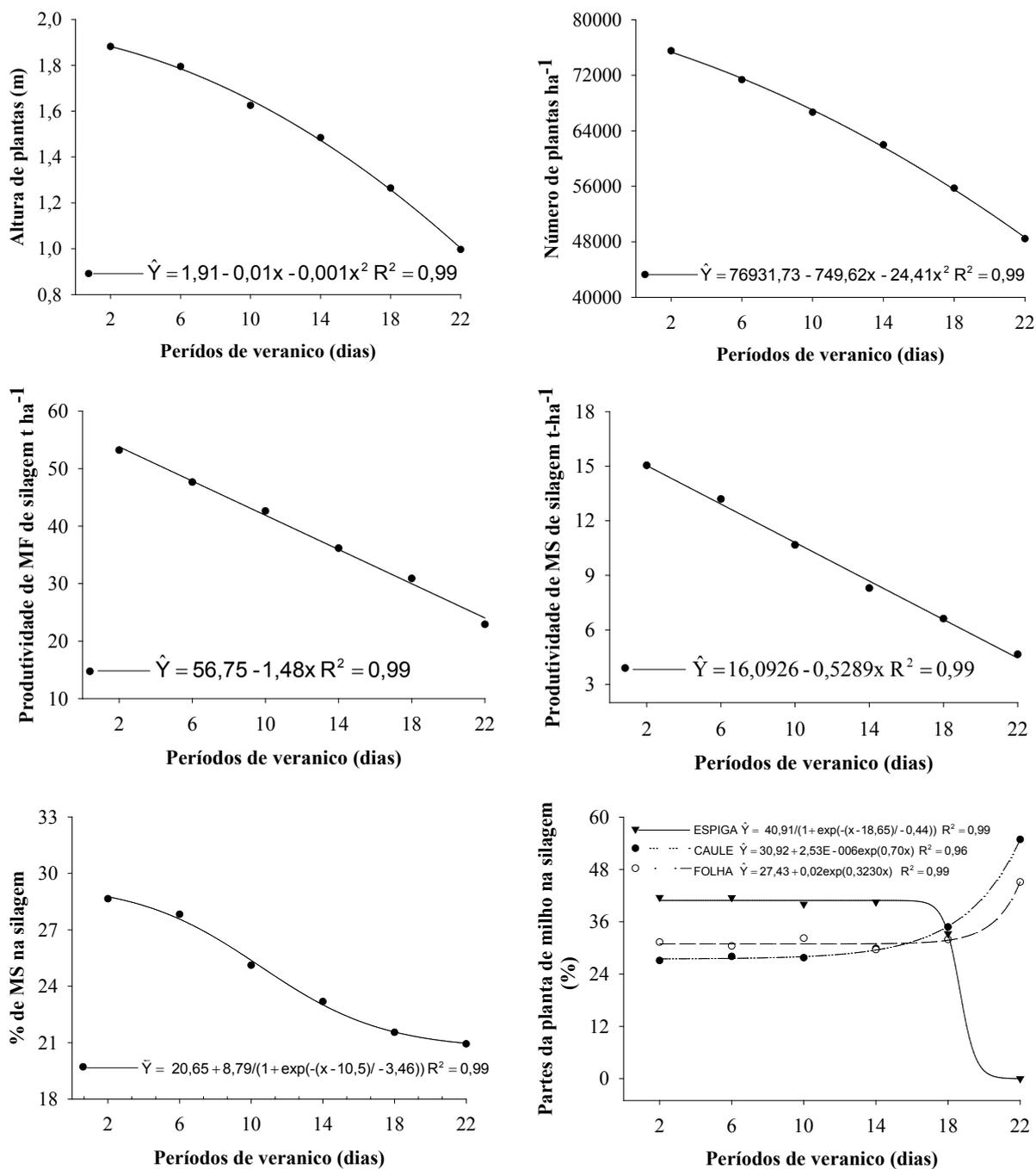
Sistema de plantio	Período de veranico (dias)						Média
	2	6	10	14	18	22	
	Altura de plantas (m)						
PD	2,05	1,98	1,71	1,69	1,47	1,14	1,67A
PC	1,71	1,61	1,54	1,28	1,06	0,86	1,34B
CV ₁ (%)	9,46						
CV ₂ (%)	6,66						
	Estande final (plantas ha ⁻¹)						
PD	76,041	73,958	67,708	63,541	61,458	52,083	65,798A
PC	75,000	68,750	65,625	60,416	50,000	44,791	60,763A
CV ₁ (%)	11,86						
CV ₂ (%)	9,185						
	Produtividade de matéria fresca de milho para silagem t ha ⁻¹						
PD	59,66	54,51	48,95	42,24	39,34	29,64	45,72A
PC	46,76	40,77	36,30	30,06	22,45	16,16	32,08B
CV ₁ (%)	10,42						
CV ₂ (%)	9,04						
	Produtividade de matéria seca de milho para ensilagem t ha ⁻¹						
PD	16,13	14,72	11,86	9,25	8,38	5,71	11,00A
PC	13,95	11,66	9,48	7,34	4,85	3,60	8,48B
CV ₁ (%)	14,67						
CV ₂ (%)	12,48						
	% de matéria seca na silagem						
PD	27,24	27,00	24,17	21,90	21,37	19,44	23,52B
PC	30,06	28,65	26,06	24,48	21,73	22,44	25,57A
CV ₁ (%)	5,90						
CV ₂ (%)	9,17						

Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste F

CV₁ Coeficiente de variação da parcela CV₂ Coeficiente de variação da subparcela.

Fonte: Elaboração dos autores.

Figura 2. Altura de planta (A), número de plantas (B), massa fresca de silagem (C), massa seca de silagem (D), % de MS na silagem (E) e partes da planta de milho na silagem (F) de milho cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional submetido à diferentes períodos de veranico. Mossoró-RN, 2011.



Fonte: Elaboração dos autores.

Diante dos dados apresentados, podemos constatar que tanto a população quanto a altura de plantas são importantes componentes na

produtividade de milho para ensilagem, sendo que a redução da população se deve à redução da taxa de sobrevivência de indivíduos dentro da

população devido à competição intraespecífica pela água, enquanto que a redução na altura de plantas se deve ao fato do déficit hídrico ter se iniciado no estágio vegetativo (V8), momento esse de intenso crescimento das plantas em altura. Segundo Bergamaschi et al. (2004), durante o período vegetativo, o déficit hídrico reduz o crescimento do milho, em função de decréscimos da área foliar e da biomassa. Porém, nesse período não estão sendo formados os componentes do rendimento. Assim, os efeitos sobre a produção de grãos são atenuados posteriormente, se as condições hídricas se tornarem favoráveis.

Todavia, se o período de estresse hídrico se prolongar e atingir a fase reprodutiva, aumenta o impacto sobre o rendimento da cultura. Segundo Bergamaschi et al. (2006), déficit hídrico no florescimento, por ocasião da polinização, formação do zigoto e desenvolvimento inicial do grão, afeta intensamente a capacidade produtiva da cultura, conforme se constata na Figura 2F, onde se observa intensa queda na participação da espiga na partição da massa seca da parte aérea da planta, a partir de 18 dias de veranico.

Para Lavezzo, Lavezzo e Campos Neto (1997), a produtividade de matéria seca no cultivo de milho para ensilagem está associada com o estágio em que a planta se encontra na ocasião da colheita. As plantas cultivadas no plantio direto vegetaram mais que as do plantio convencional, apresentando, conseqüentemente, menor teor de matéria seca na ocasião da colheita (Tabela 2).

O aumento dos períodos de veranico resultou na redução do teor de matéria seca nos dois sistemas de plantio, o que se deve, provavelmente, à menor participação dos grãos na composição da parte

aérea da planta colhida para ensilagem.

Segundo Silva, Reichert e Reinert (2006), o estresse hídrico e temperaturas elevadas (acima de 35 °C) por ocasião da polinização podem reduzir drasticamente a produção de grãos, pois o desenvolvimento do óvulo e da espiga é mais afetado que o do pendão, provocando falta de sincronismo entre a emissão do pólen e recepção pela espiga, reduzindo assim a taxa de fertilização e, conseqüentemente, menor formação de grãos.

Segundo Espinoza, Azevedo e Rocha (1980), na cultura do milho, veranico na fase de floração e enchimento de grão causa redução na sua produção de até 60 %, conseqüentemente redução na produtividade de massa seca, uma vez que a proporção das espigas no volume da silagem influencia diretamente o teor de matéria seca desta. Flaresso, Gross e Almeida (2000) e Almeida Filho et al. (1999) afirmaram que a proporção de espigas na massa fresca de silagem é importante, pois se correlaciona positivamente com o aumento no teor de matéria seca, com a produção de grãos e com a qualidade da silagem.

Não houve efeito de sistema de cultivo nem interação entre os fatores sistema de cultivo e veranico para a proporção de espigas, caule e folhas na parte aérea das plantas de milho (Tabela 3), havendo, no entanto, efeito dos períodos de veranico. As proporções de espigas, caule e folha mantiveram-se constantes até 14 dias sem suprimento de água, e foram na ordem de 42, 31 e 27%, respectivamente. Com 18 dias de veranico houve redução na proporção de espigas e com 22 dias não se registrou mais espigas, culminando no aumento das proporções de folha e caule na composição da matéria fresca (Figura 2F).

Tabela 3. Partição de massa fresca da parte aérea da planta de milho cultivado nos sistemas de plantio direto (PD) e convencional (PC) em caule, folhas e espigas por ocasião da colheita para ensilagem em função dos períodos de veranico. Mossoró-RN, 2013.

Sistema de plantio	Período de veranico (dias)						Média
	2	6	10	14	18	22	
% de espiga na matéria fresca de silagem							
PD	41,64	42,59	40,49	39,37	40,44	0,00	32,27
PC	41,52	40,48	39,58	41,67	37,01	0,00	31,75
CV ₁ (%)	-----						16,87
CV ₂ (%)	-----						10,35
% de caule na matéria fresca de silagem							
PD	31,66	30,66	32,30	31,79	34,47	47,03	34,65
PC	30,98	30,22	32,18	27,42	29,36	43,22	32,23
CV ₁ (%)	-----						16,91
CV ₂ (%)	-----						12,20
% de folha na matéria fresca de silagem							
PD	26,70	26,75	27,71	28,84	35,99	52,97	33,08
PC	27,50	29,30	28,25	30,91	33,62	56,78	34,39
CV ₁ (%)	-----						9,58
CV ₂ (%)	-----						11,15

CV₁ Coeficiente de variação da parcela CV₂ Coeficiente de variação da subparcela.

Fonte: Elaboração dos autores.

Os resultados aqui verificados corroboram com Melo et al. (1999), que avaliando várias cultivares de milho encontraram valor médio de 38,41 % de espiga na massa fresca de silagem. Neumann et al. (2007) trabalhando com o híbrido P-30S40 encontraram valores médios de 34,8% de colmo, 27,7% de folhas e 37,6% de espigas na MS. Esses valores são facilmente modificados em função da altura de corte das plantas no momento da colheita, uma vez que um corte mais alto diminui a porção colmo. Restle et al. (2002) avaliando altura de corte de milho na produção de silagem constataram que quando a altura de colheita da planta passou de 20 cm do solo para 42 cm, as proporções de colmo, folha e espiga foram alteradas respectivamente de

27,4 para 21,8%, 27,6 para 30,8% e 45 para 47,4%.

Para as variáveis do consumo e eficiência no uso da água (EUA) na produção de massa de silagem, verificou-se efeito significativo para sistema de cultivo e períodos de veranico, bem como a interação entre os respectivos fatores (Tabela 4). Mesmo com o maior crescimento de plantas e produtividade de matéria natural e de matéria seca (Tabela 3), o PD apresentou menor consumo de água que o PC, independente do período de veranico avaliado. A combinação do menor consumo de água com a maior produção de massa fresca no PD melhorou também a eficiência no uso desse sistema de cultivo em relação ao plantio convencional (Tabela 4).

Tabela 4. Consumo e eficiência no uso da água na produção de massa fresca de milho para ensilagem cultivado nos sistemas de PD e PC em função dos períodos de veranico nos sistemas de plantio direto e convencional. Mossoró-RN, 2013.

Sistema de plantio	Período de veranico (dias)						Média
	2	6	10	14	18	22	
	Consumo de água (m ³ ha ⁻¹)						
PD	6.698,98B	6.586,84B	6.043,84B	4.766,02B	3.824,62B	3.440,98B	5.226,88
PC	6.926,22A	6.707,84A	6.185,49A	5.220,48A	4.022,34A	3.641,65A	5.450,67
CV ₁ (%)	0,32						
CV ₂ (%)	1,14						
	Eficiência no uso da água na produção de massa fresca (kg m ⁻³)						
PD	8,90A	8,28A	8,100A	8,87A	10,28A	8,61A	8,84
PC	6,75B	6,07B	5,87B	5,76B	5,57B	4,44B	5,75
CV ₁ (%)	11,36						
CV ₂ (%)	10,19						

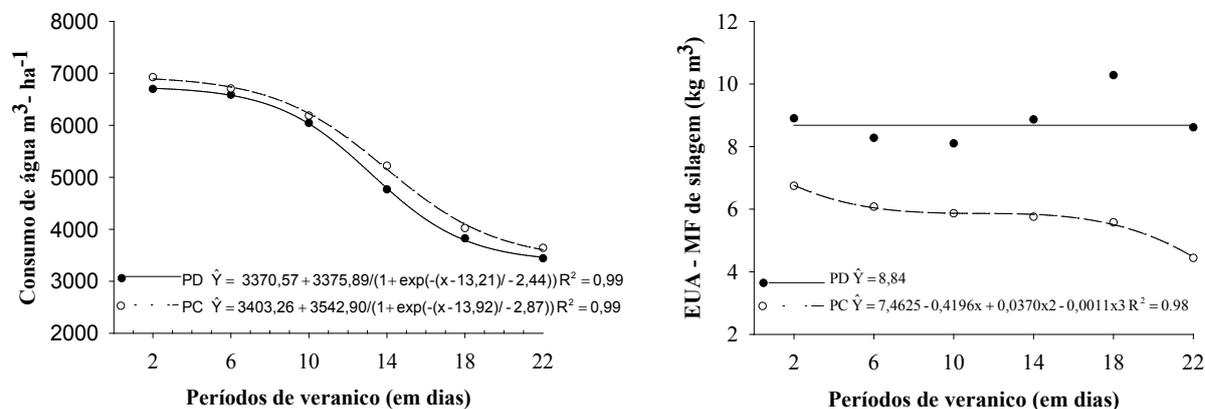
Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey

CV₁ Coeficiente de variação da parcela CV₂ Coeficiente de variação da subparcela.

Fonte: Elaboração dos autores.

Quando se avalia o consumo de água em função dos períodos de veranico, observa-se que a demanda foi estável até seis dias sem suprimento de água, como posterior decréscimo (Figura 3A), podendo ser atribuído principalmente,

à redução na taxa de crescimento da cultura após o estresse hídrico, reduzindo a área foliar e consequentemente, a perda de água por transpiração e o consumo para a formação de foto assimilados.

Figura 3. Consumo de água (A) e eficiência no uso da água na produção (EUA) de massa fresca (MF) de silagem de milho (B) cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional submetido a diferentes períodos de veranico. Mossoró-RN, 2011.

Fonte: Elaboração dos autores.

Nas diversas regiões brasileiras, o milho consome, em média, de 450 a 650 mm de água durante o seu ciclo (MATZENAUER et al., 1998, FANCELLI; DOURADO NETO, 2000), no entanto, em condições de temperaturas elevadas e baixa umidade relativa, o aumento da evapotranspiração pode proporcionar aumento substancial no consumo de água por parte da cultura (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000), fato que explica o consumo de 669 e 692 mm nos tratamentos sem interrupção do suprimento de água nos PD e PC, respectivamente, mesmo utilizando-se a irrigação por gotejamento.

Apesar da redução no consumo de água com o aumento dos períodos de veranico, os tratamentos cultivados no PC apresentaram redução na EUA (Figura 3B), o que se deve à intensa queda na produtividade de matéria fresca em função do estresse hídrico (Tabela 2, Figura 2 D), enquanto que quando o cultivo foi realizado no PD, a EUA manteve-se estável nos diferentes períodos de veranico (Figura 3B), indicando relação proporcional entre redução do consumo de água com aumento do período de déficit hídrico e queda na produtividade.

A eficiência no uso da água é uma variável importante, pois apresenta a razão entre a produtividade e consumo de água, facilitando o entendimento do aproveitamento desse recurso por parte da cultura, que pode ser influenciado por estratégias de manejo de irrigação ou mesmo da cultura, como é o caso do cultivo no sistema de plantio direto, que segundo diversos autores (MAROUELLI; SILVA; MADEIRA 2006; COELHO, 2011; TEÓFILO et al., 2012), melhora o aproveitamento da água por reduzir as perdas de evaporação devido à barreira física imposta pela palhada (COELHO, 2011) que reduz o aquecimento do solo (COELHO et al., 2013), bem como, sua exposição ao vento. Fato que proporcionou melhor EUA para produção de massa fresca no PD em relação ao PC, com incremento de 31,85; 32,74; 35,23; 28,30; 52,30 e 31,26%, respectivamente, para os períodos de 2, 6, 10, 14, 18 e 22 dias de veranico, demonstrando que o PD viabiliza tanto a economia

de água por quantidade de produto colhido, quanto reduz os riscos climáticos.

Conclusões

- O sistema de plantio direto apresentou maior produtividade de milho para ensilagem que o plantio convencional, independente do período de veranico;

- O sistema de plantio direto reduziu o consumo, as perdas provocadas pelo déficit hídrico e melhorou a eficiência do uso da água na produção de milho para ensilagem;

- O sistema de plantio direto mostrou-se como alternativa viável para aumentar a produtividade e a eficiência no uso da água na produção de milho para ensilagem.

Referências

- ALMEIDA FILHO, S. L.; FONSECA, D. M.; GARCIA, R.; OBEID, A. J.; OLIVEIRA, J. S. Características agronômicas de cultivares de milho (*Zea mays* L) e qualidade dos componentes da silagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 28, n. 1, p. 7-13, 1999.
- BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; BERGONCI, J. I.; BIANCHI, C. A. M.; MÜLLER, A. G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 39, n. 9, p. 831-839, 2004.
- BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; COMIRAN, F.; BERGONCI, J. I.; MÜLLER, A. G.; FRANÇA, S.; SANTOS A. O.; RADIN, B.; BIANCHI, C. A. M.; PEREIRA, P. G. Déficit hídrico e produtividade na cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 41, n. 2, p. 243-249, fev. 2006.
- CARMO FILHO, F. do; OLIVEIRA, O. F. de. *Mossoró: um município do semiárido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico*. Mossoró: ESAM, 1995. 62 p. (Coleção Mossoroense, série B).
- CARVALHO, D. F. de; FARIA, R. A. de; SOUSA, S. A. V. de; SOUSA, H. Q. S. Espacialização do período de veranico para diferentes níveis de perda de produção na cultura do milho, na bacia do rio verde grande, MG.

- Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 172-176, 2000.
- COELHO, M. E. H. *Manejo de plantas daninhas sobre a temperatura do solo, eficiência no uso da água e crescimento da cultura do pimentão nos sistemas de plantio direto e convencional*. 2011. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFRSA, Mossoró.
- COELHO, M. E. H.; FREITAS, F. C. L.; CUNHA, J. L. X. L.; SILVA, K. S.; GRANGEIRO, L. C.; OLIVEIRA, J. B. Coberturas do solo sobre a amplitude térmica e a produtividade de pimentão. *Planta Daninha*, Viçosa, MG, v. 31, n. 2, p. 369-378, 2013.
- DAMATTA, F. M. Ecophysiology of tropical tree crops: an introduction. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, Campos dos Goytacazes, v. 19, n. 4, p. 239-244, 2007.
- DOORENBOS, J.; KASSAN, A. H. *Crop response to water*. Roma: FAO, 1979. 194 p. (FAO, irrigation and Drainage Paper, 33).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006. 306 p.
- ESPINOZA, W.; AZEVEDO, J.; ROCHA, L. D. Densidade de plantio e irrigação suplementar na resposta de três variedades de milho ao déficit hídrico na região de cerrados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 15, n. 1, p. 85-95, 1980.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. *Produção de milho*. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.
- FLARESSO, J. A.; GROSS, C. D.; ALMEIDA, E. D. Cultivares de milho (*Zeamays L.*) e Sorgo (*Sorghum bicolor L. Moench.*) para ensilagem no alto Vale do Itajaí, Santa Catarina. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p. 1608-1615, 2000.
- FREITAS, R. M. O. de. *Crescimento e produção de feijão-caupisob efeito de veranico nos sistemas de plantio direto e convencional*. 2012. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró.
- GOMES, M. S.; VON PINHO, R. G.; OLIVEIRA, J. S.; VIANA, A. C. Avaliação de cultivares de milho para a produção de silagem: parâmetros genéticos e interação genótipos por ambientes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, GOIÂNIA-GO, 1., 2002, Goiânia. *Anais...* Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. CD-ROM. (Documentos, 113).
- HERNANDEZ, F. B. T.; SOUZA, S. A. V. de; ZOCOLER, J. L.; FRIZZONE, J. A. Simulação e efeito de veranico sem culturas desenvolvidas na região de Palmeira d' oeste, estado de São Paulo. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 23, n. 1, p. 21-30, 2003.
- LAVEZZO, W.; LAVEZZO, O. E. N. M.; CAMPOS NETO, O. Estádio de desenvolvimento do milho. Efeito sobre produção, composição da planta e qualidade da silagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 26, n. 4, p. 675-682, 1997.
- LOPES, A. S.; PAVANI, L. C.; CORÁ, J. E.; ZANINI, J. R.; MIRANDA, H. A. Manejo da irrigação (tensiometria e balanço hídrico climatológico) para a cultura do feijoeiro em sistemas de cultivo direto e convencional. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 98-100, jan. 2004.
- MAROUELLI, W. A.; ABDALLA, R. P.; MADEIRA, N. R.; OLIVEIRA, A. S. de; SOUZA, R. F. de. Eficiência de uso da água e produção de repolho sobre diferentes quantidades de palhada em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 45, n. 4, p. 369-375, abr. 2010.
- MAROUELLI, W. A.; SILVA, H. R.; MADEIRA, N. R. Uso de água e produção de tomateiro para processamento em sistema de plantio direto com palhada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 41, n. 9, p. 1399-1404, set. 2006.
- MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M. A.; MALUF, J. R. T. Evapotranspiração da cultura do milho. I - Efeito de épocas de semeadura. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 9-14, jan. 1998.
- MEIRELES, E. J. L.; STONE, L. F.; XAVIER, L. de S.; MOREIRA J. A. A. Risco climático do feijão da seca no Estado de Goiás, sob preparo de solo convencional e plantio direto. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental*, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 116-120, 2003.
- MELO, W. M. C.; VON PINHO, R. G.; CARVALHO, M. L. M. de; VON PINHO, É. V. de R. A. Avaliação de cultivares de milho para produção de silagem na região de Lavras - MG. *Ciência e Agrotecnica*, Lavras, v. 23, n. 1, p. 31-39, jan./mar. 1999.
- NEUMANN, M.; MUHLBACH, P. R. F.; NORNBERG, J. L.; RESTLE, J.; OST, P. R. Efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho (*ZeamaysL*) sobre as perdas durante o processo fermentativo e o período de utilização das silagens. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 36, n. 5, p. 1395-1405, 2007.
- PANACHUKI, E.; BERTOL, I.; ALVES SOBRINHO, T.; OLIVEIRA, P. T. S. de; RODRIGUES, D. B. B. Perdas

- de solo e de água e infiltração de água em Latossolo vermelho sob sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Campinas, v. 35, n. 5, p. 1777-1785, 2011.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. V. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação*. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - CFSEMG, 1999. 359 p.
- RESTLE, J.; NEUMANN, M.; BRONDANI, I. L.; PASCOAL, L. L.; SILVA, J. H. S.; PELIGRINI, L. G.; SOUZA, A. N. M. Manipulação da altura de corte da planta de milho (*Zeamays*, L.) para ensilagem visando a produção do novilho superprecoce. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 31, n. 3, p. 1234-1244, jun. 2002.
- SIDIRAS, N.; DERPSCH, R.; MONDARDO, A. Influência de diferentes sistemas de preparo do solo na variação da umidade e rendimento da soja, em Latossolo Roxo distrófico (Oxi-sol). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 7, n. 1, p. 103-106, 1983.
- SILVA, V. R. da; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Variação na temperatura do solo em três sistemas de manejo na cultura do feijão. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, Campinas, v. 30, n. 3, p. 391-399, 2006.
- SOUZA, A. P. de; PEREIRA, J. B. A.; SILVA, L. D. B. da; GUERRA, J. G. M.; CARVALHO, D. F. Evapotranspiração, coeficientes de cultivo e eficiência do uso da água da cultura do pimentão em diferentes sistemas de cultivo. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v. 33, n. 1, p. 15-22, 2011.
- STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Resposta do feijoeiro ao nitrogênio em cobertura sob diferentes lâminas de irrigação e preparos do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 36, n. 3, p. 473-481, 2001.
- STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Efeitos de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 35, n. 4, p. 835-841, 2000.
- TAYLOR, S. A. Managing irrigation water on the farm. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v. 8, p. 433-436, 1965.
- TEÓFILO, T. M. S.; FREITAS, F. C. L.; MEDEIROS, J. F. de; SILVA, D. F. da; GRANGEIRO, L. C.; TOMAZ, H. V. de Q. Eficiência no uso da água e interferência de plantas daninhas no meloeiro cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional. *Planta Daninha*, Viçosa, MG, v. 30, n. 3, p. 547-556, 2012.