

FRANCINEUDO ALVES DA SILVA

**PRODUÇÃO DE MILHO PARA ENSILAGEM E ESPIGAS VERDES  
EM FUNÇÃO DE PERÍODOS DE VERANICO NOS SISTEMAS DE  
PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL**

MOSSORÓ-RN  
2013

FRANCINEUDO ALVES DA SILVA

**PRODUÇÃO DE MILHO PARA ENSILAGEM E ESPIGAS VERDES  
EM FUNÇÃO DE PERÍODOS DE VERANICO NOS SISTEMAS DE  
PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL**

Tese apresentada à Universidade  
Federal Rural do Semi-Árido,  
como parte das exigências para  
obtenção do grau de Doutor em  
Ciências, em Fitotecnia.

**ORIENTADOR:**  
D.Sc. FRANCISCO CLÁUDIO LOPES FREITAS

Mossoró - RN  
2013

**Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação e  
catalogação da Biblioteca "Orlando Teixeira" da UFERSA**

S581p Silva, Francineudo Alves da.

Produção de milho para ensilagem e espigas verdes em função de períodos de veranico nos sistema de plantio direto e convencional. / Francineudo Alves da Silva. -- Mossoró, RN: 2013.

86f.: il.

Tese (Doutorado em Fitotecnia – Área de Concentração: Agricultura Tropical) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Ensino e Pesquisa.

Orientador: Profº. Dr. Sc. Francisco Cláudio Lopes Freitas.  
Co-Orientador: Profº. Dr. Sc. Paulo Roberto Ribeiro Rocha.

1. Zea Mavs. 2. Milho verde. 3. Eficiência no uso de água.  
4. Cobertura do solo. I. Título.

CDD:633.15

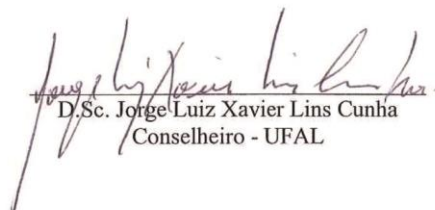
Bibliotecária: Marilene Santos de Araújo  
CRB-5/1033

FRANCINEUDO ALVES DA SILVA

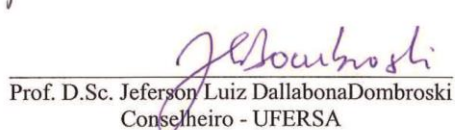
**PRODUÇÃO DE MILHO PARA ENSILAGEM E ESPIGAS VERDES  
EM FUNÇÃO DE PERÍODOS DE VERANICO NOS SISTEMAS DE  
PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL**

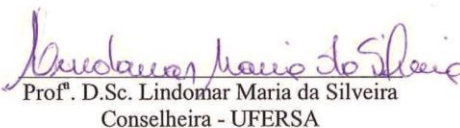
Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação  
em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do  
Semi-Árido, como parte das exigências para  
obtenção do grau de Doutor em Ciências:  
Fitotecnia.

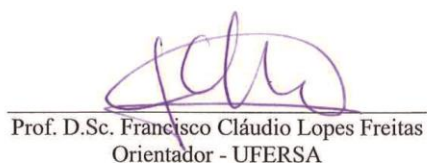
APROVADA EM: 28/02/2013

  
D.Sc. Jorge Luiz Xavier Lins Cunha  
Conselheiro - UFAL

  
Prof.ª D.Sc. Maria Eliani Holanda Coelho  
Conselheira - IFCE

  
Prof. D.Sc. Jeferson Luiz Dallabona Dombroski  
Conselheiro - UFERSA

  
Prof.ª D.Sc. Lindomar Maria da Silveira  
Conselheira - UFERSA

  
Prof. D.Sc. Francisco Cláudio Lopes Freitas  
Orientador - UFERSA

Aos meus pais Francisco Alves da silva e  
Maria Alves de Araújo,  
por tudo que conquistei até hoje

### **Dedico**

À minha esposa Nínive Matias e ao  
meu filho João Pedro,  
pelo amor, dedicação e  
compreensão em todos os  
momentos.

### **Ofereço**

Pobre de quem teve medo de correr os riscos. Porque este talvez não se decepcione nunca, nem tenha desilusões, nem sofra como aqueles que têm um sonho a seguir. Mas quando olhar para trás - porque sempre olhamos para trás - vai escutar seu coração dizendo: "O que fizeste com os milagres que Deus semeou por teus dias? O que fizeste com os talentos que teu Mestre te confiou? Enterraste fundo em uma cova, porque tinhas medo de perdê-los. Então, esta é a tua herança: a certeza de que desperdiçaste sua vida".

*Paulo Coelho*

## AGRADECIMENTOS

A Deus que, na sua infinita bondade, me conduziu com coragem e perseverança nesta pós-graduação;

À UFERSA, por meio de seus professores e demais funcionários, pelos conhecimentos ministrados e pelo apoio para o desenvolvimento de minhas atividades acadêmicas;

Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará. *Campus* Iguatu, pela liberação e oportunidade concedidas para cursar este doutorado;

À minha esposa Nínive Matias, pela força que sempre me passou e por ter abdicado de suas atividades para me ajudar nesta missão;

Ao professor D.Sc. Francisco Cláudio Lopes Freitas, pela eficiente e criteriosa orientação, mas acima de tudo, pela dedicação e desmedido apoio à realização deste trabalho;

A todos os professores do doutorado, que sempre nos transmitiram seus conhecimentos da melhor forma possível;

Ao professor D.Sc. Dijauma Honório Nogueira, batalhador incansável para realização do DINTER no IFCE. *Campus* – Iguatu;

À nossa querida secretária do Dinter, Nayara Costa;

Ao professor D.Sc. Paulo Roberto Ribeiro Rocha, pela coorientação e sugestões nas avaliações estatísticas que foram de grande importância para o aperfeiçoamento deste trabalho;

Aos membros da banca examinadora, Francisco Cláudio Lopes de Freitas, Lindomar Maria da Silveira, Jeferson Luiz Dallabonna Dombroski, Maria Eliani Holanda Coelho e Jorge Luiz Xavier Lins Cunha;

Ao D.Sc. Jorge Luiz Xavier Lins Cunha, pela grande ajuda na condução do experimento;

As professoras de línguas, Maria de Fatima e Lucy Lanna, pelas orientações na parte de ortografia e gramática na redação da tese;

Aos colegas da pós-graduação do DINTER, pelo companheirismo nos momentos de dificuldades e alegrias que passamos juntos. O meu muito obrigado a

toda “Equipe Planta Daninha”: Márcio, Jorge, Héliida, Kaliane, Ana Paula, Paula, Mayky, Donato, Alex, Cheyla, Fabiana, Larissa, Maria Alice e Daniele, pela ajuda na condução do trabalho e momentos vividos;

Aos funcionários da horta didática do Departamento de Ciências Vegetais da UFERSA, em especial ao Sr. Antônio Medeiros, pela colaboração dada na condução dos trabalhos de campo;

Aos funcionários da Pós-graduação em Fitotecnia, Socorro Amorim, Neto e Dona Lúcia, pela amizade, carinho e atenção.

**Meus mais sinceros agradecimentos**



## **DADOS BIOGRÁFICOS DO AUTOR**

FRANCINEUDO ALVES DA SILVA, filho de Francisco Alves da Silva e Maria Alves de Araújo, nasceu no dia 07 de dezembro de 1967, no Município de Quixelô, Estado do Ceará. Concluiu o 1º. Grau em 1984 no Centro Educacional Municipal Padre Januário Campos (MUNICIPAL) em Iguatu-CE e o ensino médio técnico em 1987 na Antiga Escola Agrotécnica Federal de Iguatu-CE (EAFI). Em 1988, ingressou no Curso de Ciências Agrícolas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), concluindo-o em março de 1992. Em Maio de 1992 iniciou a Sua atuação como professor de ensino técnico na antiga Escola Agrotécnica Federal de Catu-BA (EAFC), Março de 1994 iniciou o curso de Especialização em Caprinocultura pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), concluindo-o em abril de 1995. Em fevereiro de 1998 foi redistribuído de Catu para Escola Agrotécnica Federal do Crato e junho de 2000 de Crato para Iguatu. Em fevereiro de 2004, foi admitido no Curso de Mestrado em Produção Animal Rural na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), concluindo-o em fevereiro de 2006, fevereiro de 2010, foi admitido no curso de Doutorado em Fitotecnia na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), concluindo-o em fevereiro de 2013.

## RESUMO

SILVA, Francineudo Alves. **Produção de milho para ensilagem e espigas verdes em função de períodos de veranico nos sistemas de plantio direto e convencional.** 2013. 86f Tese (Doutorado Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2013.

Foram conduzidos dois experimentos no *campus* da UFERSA, em Mossoró-RN, com objetivo de avaliar o efeito de períodos de veranicos sobre a produtividade e qualidade de espigas verdes e milho para ensilagem cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional. Os experimentos foram conduzidos no 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). Em ambos experimentos a cultura foi irrigada por gotejamento, tendo sido efetuado controle individual do suprimento de água em cada subparcela, visando realizar as simulações dos períodos de veranicos, que foram iniciados a partir dos 34 dias após o plantio do milho. O manejo da irrigação, fora dos períodos de veranico, foi feito de modo diferenciado para cada subparcela, mantendo o solo com umidade superior a 75% de água disponível total. Com base no volume de água aplicado, obtido a partir da vazão dos gotejadores e do somatório do tempo das irrigações realizadas durante o ciclo da cultura, determinou-se o consumo de água para cada tratamento. No primeiro experimento, com cultivo de milho para produção de espigas verdes, avaliou-se as características: altura de plantas, estande, número de espigas totais, número de espigas comercializáveis, massa média de espigas com palha e despalhadas, comprimento de espigas, produtividade de espigas totais e comercializáveis, consumo de água no ciclo da cultura e eficiência do uso da água para produção de espigas totais com palha e comercializáveis despalhadas. À medida que se aumentou o período de déficit hídrico, ocorreu redução na produtividade e a qualidade das espigas verdes, com menores perdas verificadas no plantio direto, devido à cobertura do solo pela palhada, reduzindo a perda de água por evaporação, o que resultou na redução no consumo de água e aumento na eficiência do uso da água. No segundo experimento, com cultivo de milho para ensilagem, avaliou-se altura de plantas, estande, produtividade de massa fresca e massa seca de milho para ensilagem, consumo e eficiência do uso da água para produção de massa fresca de silagem (kg de silagem por m<sup>3</sup> de água). Houve efeito do veranico nos dois sistemas de plantio, com maiores perdas verificadas no plantio convencional em relação ao plantio direto, à medida em que se aumentou o período de déficit hídrico. 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% do plantio direto e em 16,42; 32,04; 47,38; 65,23 e 74,19% no plantio convencional.

**Palavras-chave:** *Zea mays* L. Silagem. Milho verde. Eficiência no uso de água. Cobertura do solo.

## ABSTRACT

SILVA, Francineudo Alves. Production of corn for silage and green ears due to periods of dry spell in no-tillage and conventional systems, 2013. 86f Tese (Ph.D.plants cience) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2013.

Two experiments were conducted on UFERSA *campus* in Mossoró-RN in order to evaluate the effect of dry spells periods on the productivity and quality of green ears and corn silage grown in no-tillage and conventional systems. The experiments were conducted in subdivided plots, distributed in randomized block design, with four replications. Two plantation systems were evaluated in plots (no-till and conventional) and in subplots six periods of dry spells (2, 6, 10, 14, 18 and 22 days). In both experiments the crop was irrigated by drip, and in each sub-plot was made the individual control of the water supply in order to perform simulations of dry spells periods. This process was conducted from the 34 days after the corn planting. The irrigation management, outside the periods of dry spell, was carried out in a different way for each sub-plot, keeping the soil with humidity exceeding 75% of the total water available. Based on the water volume applied, got from the flow rate drippers and the sum of the irrigation time made during the crop cycle, it was determined the water consumption for each treatment. In the first experiment, with the corn grown for the production of green ears, some aspects were analyzed: plant height, stand, quantity on the total number of cobs, number of marketable cobs, average mass of ears with straw and without straw, length of cobs, productivity of total and marketable cobs, water consumption in the crop cycle and efficiency in the water use for the production of ears with straw and total marketable ears without straw. As the period of water deficit increased, there was a reduction in the productivity and the quality of green ears, with smaller losses in no-tillage planting, due to soil cover by straw, reducing water loss through evaporation, which resulted in a reduction in water consumption and increase in efficiency of water use. In the second experiment, with corn cultivation for silage, plant height was evaluated, booth, productivity of fresh and dry mass of corn for silage, consumption and efficiency in the use of water for the production of silage fresh mass (kg of silage per m<sup>3</sup> of water). There was effect of dry spell period in the two planting systems, with the greatest losses in conventional tillage in comparison to no-till, as it increased the period of water deficit. Dry spell

periods of 6, 10, 14, 18 and 22 days have reduced the productivity of corn for silage dry matter 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.

Keywords: Zea mays. Silage. Corn. Water efficiency. Soil cover.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Resultado das análises químicas dos solos nos sistema de plantio direto (PD) e plantio convencional (PC) convencional. Mossoró-RN, 2013.....	37
Tabela 2	Altura de plantas, estande final, número de espigas empalhadas e número de espigas comercializáveis despalhadas em função dos períodos de veranico nos sistemas de plantio direto (PD) e convencional (PC). Mossoró – RN, 2013.....	42
Tabela 3	Massa média de espigas com palha e despalhadas, comprimento de espigas, em função dos períodos de veranico nos sistemas de plantio direto (PD) e convencional (PC). Mossoró – RN, 2013.....	46
Tabela 4	Número de fileiras de grãos na espiga e produtividade de espigas totais com palha e comercializáveis despalhadas em função dos períodos de veranico nos sistemas de plantio direto (PD) e convencional (PC). Mossoró – RN, 2013.....	47
Tabela 5	Consumo de água, eficiência do uso da agua (EUA) para espigas de milho verde totais com palha, totais despalhadas e comercializáveis em função dos períodos de veranico nos sistemas de plantio direto (PD) e plantio convencional (PC) Mossoró – RN, 2013.....	52
Tabela 6	Resultado das análises químicas dos solos nos sistema de plantio direto e convencional. Mossoró-RN, .....	67
Tabela 7	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 plantio direto (PD) e convencional. Mossoró-RN, 2013.....	72

Tabela 8	Partição de massa fresca da parte aérea da planta de milho cultivado nos sistemas de plantio direto (PD) e plantio convencional (PC) em caule, folhas e espigas por ocasião da colheita para ensilagem em função dos períodos de veranico. Mossoró-RN, 2013. ....	<b>77</b>
Tabela 9	Consumo e eficiência no uso da água na produção de massa fresca de milho para ensilagem cultivado nos sistemas de plantio direto (PD) e plantio convencional (PC) em função dos períodos de veranico. Mossoró-RN, 2013. ....	<b>79</b>

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Temperatura média, máxima e mínima do ar e umidade do ar durante o período experimental. Mossoró-RN, UFERSA, 2013..... 37
- Figura 2 Curva de característica de água do solo para os sistemas de plantio direto e convencional, nas profundidades de 15 e 30 cm - Mossoró-RN, 2013..... 39
- Figura 3 Altura de plantas (A), estande final (B), número de espigas totais com palha (C) e número de espigas comercializáveis despalhadas com dados transformados em  $(y+1)^{0,5}$  e destransformados (D) de milho verde cultivado nos sistemas de plantio direto (PD) e plantio convencional (PC) submetido a diferentes períodos de veranico. Mossoró-RN, 2013..... 44
- Figura 4 Massa média de espigas com palha (A), massa média de espigas despalhadas (B), comprimento de espigas despalhadas (C), número de fileiras de grãos (D), produtividade de espigas totais (E) e produtividade de espigas comercializáveis com dados transformados em  $(y+1)^{0,5}$  e destransformados (F) de milho cultivado nos sistemas de plantio direto (PD) e plantio convencional (PC) submetido a diferentes períodos de veranico. Mossoró-RN, 2013..... 49
- Figura 5 Consumo de água (A), eficiência no uso da água (EUA) para espigas totais com palha (B), espigas totais sem palha (C) e espigas comercializáveis sem palha (D) na cultura do milho para produção de espigas verdes, cultivado nos sistemas de plantio direto (PD) e plantio convencional (PD), submetido a diferentes períodos de veranico. Mossoró-RN, 2013..... 54



Figura 6	Média semanal de temperatura máxima, mínima e média do ar e média semanal da umidade do ar durante o período experimental. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.....	67
Figura 7	Curva de característica de água do solo para os sistemas de plantio direto e convencional, nas profundidades de 15 e 30 cm - Mossoró-RN, 2013.....	69
Figura 8	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 a diferentes períodos de veranico. Mossoró-RN, 2013.....	74
Figura 9	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, 2013 .....	80

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I</b> .....	18
1 REFERENCIAL TEÓRICO .....	18
2 REFERENCIAS.....	25
<b>CAPÍTULO II</b> .....	31
PERÍODOS VERANICO NA PRODUÇÃO DE MILHO VERDE CULTIVADO NOS SISTEMAS DE PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL	31
RESUMO .....	31
ABSTRACT .....	33
1. INTRODUÇÃO .....	34
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	35
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	41
4. CONCLUSÕES .....	55
5. REFERÊNCIAS .....	56
<b>CAPÍTULO III</b> .....	60
MILHO PARA ENSILAGEM CULTIVADO NOS SISTEMAS DE PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL SOB EFEITO DE VERANICO	60
RESUMO .....	60
ABSTRACT .....	62
1. INTRODUÇÃO .....	63
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	65
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	71
4. CONCLUSÕES .....	82
5. REFERÊNCIAS .....	83

## CAPÍTULO I

### REFERENCIAL TEÓRICO

O milho (*Zea mays* L) é o cereal mais cultivado no Brasil, embora os cinco maiores estados produtores do país (Paraná, Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul) sejam responsáveis por 75,72% da produção, seu plantio ocorre em todo o território nacional. Considerando as duas safras praticadas no país (normal e safrinha) a produção no ano agrícola 2011/2012 foi de 72,73 milhões de toneladas em uma área de 15,15 milhões de hectares (CONAB 2012).

O milho é utilizado para diversos fins como a alimentação animal e humana, na indústria e na fabricação de bicomustíveis. Segundo Duarte et al., (2010), o consumo destinado à alimentação animal corresponde em torno de 70% em nível mundial e entre 60 e 80 % no Brasil, tendo o crescimento de consumo uma relação direta com o crescimento na produção de aves e suínos.

Em menor escala, o milho também é utilizado na alimentação humana, podendo ser consumido de diversas formas, como pães, bolos ou produtos industrializados como biscoitos e inúmeros derivados desse cereal encontrados nos supermercados. Na forma de espigas verde, o milho é consumido em todo o território nacional, especialmente na região Nordeste, onde aparece como ingrediente principal nas festas juninas, tornando-se em determinado período do ano uma alternativa de grande valor econômico para pequenos e médios agricultores, em razão do bom preço de mercado e da demanda pelo produto *in natura* (ÁRIAS et al., 2009). Embora seja consumido em menor escala nas outras épocas do ano, o milho verde é utilizado na forma de: espigas cozidas ou assadas, ou para processamento como mingau, pamonha, sorvetes, bolos, etc. (SANTOS et al., 2005), sendo um alimento rico em carboidratos, portanto, um alimento energético, fonte de óleos, fibras, pequenas quantidades de vitaminas B1,

B2 e E. Cada 100 gramas do alimento têm cerca de 360 Kcal, sendo 70% de glicídios, 10% de protídeos e 4,5% de lipídios (ABIMILHO, 2007).

O cultivo do milho destinado à produção de espigas verdes é realizado normalmente em pequenas propriedades (BOTTINI et al.,1995), com localização próxima aos centros consumidores, sendo cultivado muitas vezes em consórcio com outras culturas como feijão, também em pequena escala. Santos et al. (2009) verificaram maior eficiência econômica do cultivo em consórcio com o feijão em relação ao milho monocultivo.

Para a exploração econômica do milho na forma de espigas verdes, devem ser considerados diversos fatores relacionados ao potencial de produtividade e às características qualitativas das espigas, que podem estar relacionados à escolha da cultivar ou ao ambiente, com destaque para as condições edafoclimáticas e manejo. Segundo Oliveira et al. (1987 ), uma variedade de milho ideal para a produção de milho verde deve produzir espigas grandes e com bom empalhamento, permitindo boa proteção contra o ataque de pragas e doenças, que depreciam o produto. Os grãos devem ser, preferencialmente, do tipo dentado, de cor creme ou amarelo-creme; o endurecimento dos grãos deve ser relativamente lento e o pericarpo, fino. Já Albuquerque et al. (2008) relatam que para a produção de milho verde é altamente desejável obter elevada percentagem de espigas comerciais e elevado peso de espigas, uma vez que a comercialização é feita principalmente em consideração a essas características.

Com relação às características ambientais, é importante estar atento às condições de temperatura e luminosidade adequadas na época do cultivo, pois o milho é uma planta com mecanismo fotossintético C<sub>4</sub>, não se desenvolvendo bem em condições de baixa temperatura e luminosidade, o que pode prejudicar a qualidade das espigas. Outro fator importante a ser considerado é o suprimento de água, especialmente por ocasião da floração e enchimento de grãos. Segundo Bergamaschi et al. (2006), a maior redução na produção de milho em consequência do déficit hídrico ocorre por ocasião da polinização, formação do zigoto e desenvolvimento inicial do grão. Assim, para a produção de espigas verdes é necessário suprimento adicional de água por meio de irrigação, especialmente,

quando a produção é obtida fora da estação chuvosa, momento em que o produto alcança melhor preço no mercado em razão da menor oferta.

No que se refere ao milho, visando à alimentação animal, que pode ser realizada por meio de grãos na composição da ração ou na forma de volumoso, onde a parte aérea da planta é colhida, fragmentada em pequenas partículas e armazenada sob forma de fermentação anaeróbica (silagem) para alimentação do rebanho, principalmente no período seco do ano, quando há redução na qualidade e disponibilidade de forragem no pasto.

O milho para ensilagem, que é cultivado normalmente no período chuvoso, é opção cada vez mais comum entre os produtores, uma vez que se trata de uma cultura de ciclo curto e que pode ser facilmente cultivada nas diferentes regiões, mesmo naquelas com período chuvoso relativamente curto, como o Nordeste brasileiro. Segundo Deminicis et al. (2009), fatores intrínsecos e extrínsecos podem interferir diretamente na qualidade da silagem, portanto a eficiência do uso do milho na alimentação de ruminantes fica evidenciada quando esta é de boa qualidade.

A maioria das culturas possui períodos críticos quanto à deficiência hídrica, durante os quais a falta de água causa sérios decréscimos na produção final; os prejuízos causados dependem da sua duração e severidade, e do estágio de desenvolvimento da planta (FOLEGATTI et al., 1997). No caso do milho, este vai da pré-floração ao início do enchimento de grãos (BERGAMASCHI et al., 2004). Nessa etapa fenológica, o milho é extremamente sensível ao déficit hídrico, em decorrência dos processos fisiológicos ligados à formação do zigoto e início do enchimento de grãos (SCHUSSLER; WESTGATE, 1991; ZINSELMEIER et al., 1995). Além da elevada transpiração, decorrente da máxima área foliar e da elevada carga energética proveniente da radiação solar (BERGAMASCHI et al., 2004). No entanto, déficit hídrico em outras fases também pode afetar a cultura. Segundo Cardoso et al. (2000), deficiências hídricas na fase inicial podem afetar sensivelmente o processo germinativo, comprometendo estabelecimento da cultura. Durante o período vegetativo, o déficit hídrico reduz o crescimento do milho, em função de decréscimos da área foliar e da biomassa (BERGAMASCHI et al.,

2004), o que pode afetar sensivelmente o rendimento para ensilagem, haja vista que nesta modalidade se utiliza toda a parte aérea da planta.

Carvalho et al. (2000) consideram que veranico é um período sem ocorrência de chuvas ocasionando déficit hídrico durante a estação chuvosa. 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.

Albuquerque; Resende (2009) verificaram que o déficit anterior ao embonecamento, na cultura do milho, reduz a produtividade em 20 a 30% no embonecamento em 40 a 50% e após em 10 a 20%, enquanto que Menezes et al. (2010) afirmam que a produção de milho e feijão nos estados da Paraíba e Ceará é bastante dependente da duração dos veranicos, o que implica que dados dos sistemas de informações meteorológicas são de grande valia para os produtores nessas regiões, uma vez que na grande maioria dos casos, esses produtores não dispõem de condições para irrigar a cultura.

A extensão do período de déficit também é importante, Magalhães et al. (2002) destacam que, em cultivo de milho, dois dias de estresse hídrico no florescimento diminuem o rendimento em mais de 20% e quatro a oito dias diminuem em mais de 50%. Carvalho et al. (2000) verificaram que períodos de veranico de 2 a 4 dias ocasionaram 10% de perda de rendimento na cultura do milho.

Estudos indicam que a planta de milho é cultivada em regiões cuja precipitação varia de 300 a 5.000 mm anuais, sendo que a quantidade de água consumida por uma planta durante o seu ciclo vai de 400 a 700 mm, dependendo das condições climáticas (RESENDE et al., 2003). De acordo com Fancelli; Dourado Neto (2004) a exigência mínima no cultivo de milho sem irrigação é de 300 a 350 mm de água para uma produção satisfatória, no entanto, essa quantidade deve ser bem distribuída durante o ciclo da cultura.

Apesar de não ser prática comum devido à elevação nos custos de produção, o cultivo do milho para ensilagem também pode ser realizado utilizando-

se irrigação suplementar, especialmente em regiões semiáridas em anos com baixos índices pluviométricos em que a demanda por silagem é elevada devido à baixa disponibilidade de pastagens para o rebanho. No entanto, irrigar uma cultura significa fornecer a quantidade de água que a mesma necessita para desenvolver todo o potencial produtivo, com a maior eficiência possível, Segundo Medeiros (2007) o uso racional da água passa por um controle eficiente da lâmina de irrigação aplicada nas culturas, usando sistemas de distribuição de água na área em volume correspondente a evapotranspiração desta que pode ser estimada com razoável precisão, utilizando as recomendações da FAO, que se baseia na estimativa da evapotranspiração da cultura de referência, e é dependente apenas dos dados climáticos e do coeficiente de cultura, que varia ao longo do ciclo em função da fase fenológica da planta. Batista et al. (2009) mostram que a utilização eficiente da água está se tornando cada vez mais importante devido à escassez de recursos hídricos, especialmente na região semiárida do Nordeste brasileiro, e ao elevado custo da energia, o que torna cada vez mais necessário o uso de metodologias apropriadas ao manejo racional do uso da água.

É de amplo conhecimento que a demanda por recursos hídricos só aumenta com o passar dos anos, isso faz necessário a utilização mais eficiente da água, tanto em áreas com disponibilidade hídrica limitada, como em regiões que ainda não enfrentam tais restrições. As áreas irrigadas nos países em desenvolvimento devem aumentar significativamente nos próximos anos (BEYRUTH, 2008). O uso eficiente da água de irrigação pode ser alcançado atuando-se nos seguintes fatores: na estrutura de irrigação então existente, em termos de tipos de cultivo, sistemas de irrigação e gestão do uso de água; nos métodos de manejo da irrigação; e nas técnicas que permitem aumento da eficiência do uso da água (COELHO et al., 2005). A eficiência de métodos e de técnicas de manejo de irrigação é avaliada por meio da eficiência de uso de água (EUA), determinada pela relação entre a produtividade e a quantidade de água aplicada na irrigação (DOOREMBOS; KASSAN, 1979).

Uma das formas de manejo que pode ser útil para aumentar a eficiência no uso da água por parte das culturas, é a utilização da cobertura morta do solo, o que

pode ser feito por meio do PD (MAROUELI et al., 2006; MAROUELI et al., 2011; COELHO, 2011; TEÓFILO et al., 2012), podendo também aumentar a tolerância da cultura aos períodos de veranico (FREITAS, 2012). Esse sistema de plantio também melhora a qualidade química do solo, em razão do aumento de matéria orgânica e da maior disponibilidade de nutrientes para as plantas (CAVALIERI et al., 2004).

Inúmeros são os trabalhos que mostram a relevante importância do sistema de PD no cultivo de diversas culturas, no Brasil. Sidiras et al. (1983), trabalhando com a cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), verificaram que, em PD, o solo reteve de 36 a 45% mais água disponível para as culturas, reduzindo as perdas de água por evaporação e aumentando o armazenamento no solo. Já Meireles et al. (2003), trabalhando com feijão (*Phaseolus vulgaris* L), observaram a diminuição dos riscos na semeadura quando se utiliza PD, uma vez que se teve um aumento do período favorável à germinação quando comparado com semeadura em PC, os efeitos ficam mais evidentes em solos com melhor cobertura pela palhada. Outros autores como Salton; Mielniczuk (1995); Stone; Silveira (1999) também mostram que no PD, o conteúdo de água no solo é maior do que no PC.

O sistema de PD aparece como tecnologia que visa à preservação de água no solo. Tal constatação pode ser aceita pelo fato da presença dos resíduos vegetais na superfície do solo, o que evita a incidência direta dos raios solares na camada mais externa do solo, reduzindo por sua vez a perda de água para a atmosfera. Freitas (2012) avaliando cultivo de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L) em PD e PC sob efeito de veranico, observou efeito do déficit hídrico em ambos os sistemas de produção, no entanto, maiores taxas de crescimento foram constatadas no sistema de PD. Além disso, o plantio direto mostrou-se menos suscetível às perdas ocasionadas pelo veranico.

O sistema de PD iniciou sua expansão no início da década de 1970, ocupando na safra 2011/1012 área superior a 30 milhões de hectares cultivados no Brasil (FEBRAPDP, 2013), que corresponde a aproximadamente 60% da área cultivada, que foi de 50,88 milhões de ha (CONAB, 2013). Vários são os motivos que justificam o crescimento acentuado da utilização do PD, no entanto, aqueles



que estão ligados a fatores econômicos são mais facilmente aceitos. Freitas et al. (2004) destacam que o PD trás para os produtores vários benefícios sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, além do maior controle da erosão, à redução das perdas de água por escoamento superficial e por evaporação, e consequente aumento da disponibilidade hídrica para as culturas. Segundo Coelho et al. (2013), o solo coberto com palhada de braquiária no PD apresentou menor amplitude térmica e aquecimento em relação ao solo descoberto no PC, com redução nas temperaturas máximas diárias na ordem de 5 °C, o que, segundo Cunha (2012), cria condições favoráveis à sobrevivência e à atividade da comunidade microbiana do solo. A absorção e retenção de água no solo garantem a dinâmica do solo

Bescansa et al. (2006) destacam a relevante importância da porosidade do solo, em áreas cultivadas em PC e PD, sendo que as diferenças em suas densidades, justificam-se pelas diferentes proporções de macro e micro poros nas duas situações de cultivo. A presença de capilaridade e existência de bioporos, torna a porosidade mais eficiente no que está relacionado com o transporte de água, fenômeno este mais evidenciado no PD (HUBERT et al., 2007).

A presença de resíduo vegetal na superfície do solo é vista como uma barreira física que impede a incidência direta da radiação no solo. Isso faz com que o aquecimento na superfície seja menor em cultivo no sistema de PD. Tal situação contribui para um menor aquecimento da camada mais superficial do solo, e por sua vez menor perda de energia para o processo de evaporação (SILVA et al., 2006). Em alguns casos que a quantidade de resíduo vegetal cobre toda a superfície do solo tem-se praticamente zero de perda por evaporação. Essa condição tem relativa importância durante os estádios iniciais da cultura, quando o dossel vegetativo não cobre totalmente o solo (PEREIRA et al., 2002). Segundo Medeiros (2007), esta economia pode chegar a 50%. Na cultura do melão, Teófilo et al. (2012) verificaram redução no consumo de água na ordem de 20% no PD em relação ao solo descoberto no PC, nas cinco primeiras semanas, enquanto que no ciclo todo a economia foi de 13%. Marouelli et al. (2006) trabalhando com tomate

para processamento, verificaram que o sistema de PD reduziu o consumo de água em 25% até 50 dias após o transplante e em 11% no ciclo total.

As mudanças nas condições de temperatura do solo podem ocorrer por qualquer que seja o seu tipo de cobertura sobre a superfície do solo. Para entender melhor este comportamento, considera-se que o calor latente está intimamente ligado à quantidade de água no solo, sendo que o equilíbrio energético no solo fica condicionado pelo sistema de plantio, ou seja, o efeito de qualquer tipo de cobertura sobre a superfície do solo modifica o regime térmico e hídrico do solo, principalmente pela modificação no balanço de energia sob a cobertura, alterando o fluxo de calor latente responsável pela evaporação. Freitas et al. (2004) consideram que essa situação determina o balanço de água no solo, componente este de suma importância para as culturas, seja em sistema irrigado ou de sequeiro.

## 2. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, P. E. P. de; RESENDE, M. Manejo de Irrigação. **Embrapa milho e sorgo**. Sete Lagoas, MG. Sistema de produção 2. Versão Eletrônica. 5ª Ed. Set. 2009.

ALBUQUERQUE, C. J. B.; VON PINHO, R. G.; SILVA, R. Produtividade de híbridos de milho verde experimentais e comerciais. **Biosci. J**, Uberlândia, v. 24 p 69 – 76, abril/junho 2008.

ÁRIAS, E. R. A.; SOUZA, C. C. de; FLORES, J. M.; PEREIRA, M. de M. Estacionalidade dos preços e da quantidade comercializada de milho verde no mercado atacadista do ceasa de Campo Grande, estado do Mato Grosso do Sul. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 39, n. 3, mar. 2009.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE MILHO (ABIMILHO)**. O cereal que enriquece alimentação humana. 2007. Disponível em: <[www.abimilho.com.br/ocereal.htm](http://www.abimilho.com.br/ocereal.htm)>. Acesso em: 29 jun. 2011.

BATISTA, P. F.; PIRES, M. M. M da; SANTOS, J. S. dos; QUEIROZ, S. O. P de; ARAGÃO, C. A; DANTAS, P. F. Produção e qualidade de frutos de melão submetidos a dois sistemas de irrigação. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, abr.-jun. 2009.

BEYRUTH, Z. Água, agricultura e as alterações climáticas globais. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**. São Paulo, v. 1, n. 1, p. 74-89, 2008

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, p. 243-249, 2006.

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, p. 831-839, 2004.

BESCANSÀ, P.; IMAZ, M. J.; VIRTO, I.; ENRIQUE, A.; HOOGMOED, W. B. Soil water retention as affected by tillage and residue management in semiarid Spain. **Soil Tillage Res.**, v. 87: p. 19-27, 2006.

BOTTINI, P. R.; TSUNECHIRO, A.; COSTA, F. A. G. da. Viabilidade da produção de milho verde na “safrinha”. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.25, n.3, p. 49-53, 1995.

CARDOSO, M. J.; MELO, F. B.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; LIMA, M. G. Clima e aspectos de plantio. In: CARDOSO, M. J. (Org.) **A cultura do feijão-caupi no Meio-Norte do Brasil**. Teresina: Embrapa/Meio-Norte, 264p. (Circular técnica, 28), 2000.

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, PB, DEAg/UFPBv.4, n.2, p.172-176, 2000.

CAVALIERI, K. M. V.; TORMENA, C. A.; COSTA, A. C. S.; SOUZA JUNIOR, I. G. Alterações nas propriedades químicas de um latossolo vermelho eutroférico por dois sistemas de manejo do solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá – SP, v. 26, n. 4, p. 377-385, 2004.

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.

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. 108f. **Tese (Doutorado em Fitotecnia)**- Universidade Federal Rural do Semi-Árido- UFERSA – Mossoró, 2011.

COELHO, E. F.; FILHO, M. A. C.; OLIVEIRA, S. L. de. Agricultura Irrigada: Eficiência de irrigação e uso de água. **Bahia Agrícola**, Salvador, v. 7, n. 1, p. 57-60, set. 2005.

CONAB (2013) Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra Brasileira de grãos, 2011/2013 em <[www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br)> Acesso em 11/02/2012.

CONAB (2012) Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra Brasileira de grãos, 2011/2012 em <[www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br)> Acesso em 11/02/2013.

CUNHA, J. L. X. L. Efeitos do sistema de plantio direto no manejo de plantas daninhas e na comunidade microbiana do solo na cultura do pimentão. 2012. 101 f.: II. **Tese (Doutorado Fitotecnia)** – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2012.

DEMINICIS, B. B.; VIEIRA, H.D.; JARDIM, J. G.; ARAUJO, S. A. do C.; NETO, A. C.; OLIVEIRA, V. C. de; LIMA, E da S. Silagem de milho - Características agronômicas e considerações REDVET. **Revista Electrónica de Veterinaria, Veterinaria Organización**, Málaga, España. v. 10, n. 2, p. 1-6, febrero, 2009.

DOORENBOS, J.; KASSAN, A. H. **Crop response to water**. Roma: FAO, 194p. (FAO, irrigation and Drainage Paper, 33), 1979.

DUARTE, S. L.; PEREIRA, C. A.; ALMEIDA, L. C. F. de; TAVARE, M.; REIS, E. A. dos. Análise das variáveis dos custos de produção do milho no período da safra. **VII SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – 2010**

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e fenologia. In: **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 360p, 2004.

FEBRAPDP (2013) - **Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha**. Evolução do plantio direto no Brasil. Em: <[http://www.febrapdp.org.br/download/PD\\_Brasil\\_2013.jpg](http://www.febrapdp.org.br/download/PD_Brasil_2013.jpg)> Acesso em 13/12/2013.

FOLEGATTI, M. V.; PAZ, V. P. S.; PEREIRA, A. S.; LIBARDI, V. C. M. Efeito de diferentes níveis de irrigação e de déficit hídrico na produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L). In: **congresso chileno de ingeniería agrícola**, 2, 1997, Chillán. Disquete. Chillán, 1997.

FREITAS, R. M. O. de. Crescimento e produção de feijão-caupi sob efeito de veranico nos sistemas de plantio direto e convencional. 2012.83 f.: il. **Dissertação**

(**Mestrado em Fitotecnia**)- Universidade Federal Rural do Semi-Árido- UFERSA – Mossoró, 2012.

FREITAS, P. S. L de; MANTOVANI, E. C.; SEDIYAMA, G. C.; COSTA, L. C. Efeito da cobertura de resíduo da cultura do milho na evaporação da água do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande - PB, v.8, n.1, p.85-91, 2004.

HERNANDEZ, F. B. T.; SOUZA, S. A. V. de; ZOCOLER, J. L.; FRIZZONE, J. A. Simulação e efeito de veranicos em culturas desenvolvidas na região de Palmeira d' oeste, estado de São Paulo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.23, n.1, P.21-30, 2003.

HUBERT, F.; HALLAIRE, V.; SARDINI, P.; CANER, L.; HEDDADJ, D. Pore morphology changes under tillage and no-tillage practices. **Geoderma**, v. 142, p. 226-236, 2007.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. Fisiologia do Milho. **Circular Técnica**, n. 22. Sete Lagoas-MG, Dezembro 2002.

MAROUELLI, W. A.; CARRIJO, O. A.; SOUZA, R. B.; SILVA, W. L. C. Irrigação e fertirrigação na cultura do tomate. In: SOUSA, V. F; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J.M.; COELHO FILHO, M. A. (Ed.). *Irrigação e fertirrigação em fruteiras 178 e hortaliças*. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**. p. 739-769.2011.

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.

MEDEIROS, J. F. Uso racional e preservação de recursos hídricos na agricultura. In: FREITAS, F. C. L.; KARAM, D.; OLIVEIRA, O. F.; PROCOPIO, S. O. **I Simpósio sobre manejo de plantas daninhas no semiárido**. Mossoró-RN, p.35-52. 2007.

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.

MENEZES, H. E. A.; BRITO, J. I. B. de; LIMA, R. A. F. de A. Veranico e a produção agrícola no Estado da Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 2, p. 181–186, 2010.

OLIVEIRA, L. A. A. de; GROSZMAN, A.; COSTA, R. A. da. Caracteres da espiga de cultivares de milho no estágio verde. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 6, p. 587- 592, jun. 1987.

PEREIRA, A. L.; MOREIRA, J. A. A.; KLAR, A. E. Efeito de níveis de cobertura do solo sobre o manejo da irrigação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L). **Irriga**, Botucatu –SP, v.7, n.1, p.42-52, 2002.

RESENDE, M.; ALBUQUERQUE, P. E. P.; COUTO, L. **Cultura do milho irrigado**. Brasília: EMBRAPA: Informação Tecnológica, 317p, 2003

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J. Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade de um Podzólico Vermelho-Escuro de Eldorado do Sul (RS). **Revista Brasileira Ciências do Solo**, Campinas – SP, v, 19, p. 313-319, 1995.

SANTOS, N. C. B. dos.; TARCIANO, M. A. A.; ARF, O.; MATEUS, G. P. Análise econômica do consórcio feijoeiro e milho verde. **Revista Brasileira de milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 8, n. 1, p 1-12, 2009.

SANTOS, R. D.; PEREIRA, L.G.R.; NEVES, A.L.A.; ARAÚJO, G. G. L.; VOLTOLINI, T. V.; BRANDÃO, L. G. N.; ARAGÃO, A. S. L.; DÓREA, J. R. R. Características de fermentação da silagem de seis variedades de milho indicadas para a região semiárida Brasileira. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. Belo Horizonte, v. 62, n. 6, Dez. 2010.

SCHUSSLER, R. J.; WESTGATE, M. E. Maize kernel set at low potential. I. Sensivity to reduced assimilates during early kernel growth. **Crop Science**, Madison, v. 31, p. 1189-1195, 1991.

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 - SP, v.7, 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 - SP, v.30, n.3, 2006.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas - SP, v. 25, p. 395-401, 2001.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Efeitos do sistema de preparo na compactação do solo, disponibilidade hídrica e comportamento do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n.1, p. 83-91, 1999.

TEÓFILO, T. M. S.; FREITAS, F. C. L.; MEDEIROS, J. F.; FERNANDES, D.; GRANGEIRO, L. C.; TOMAZ, H. V. Q.; RODRIGUES, A. P. M. S. 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.

ZINSELMEIER, C.; WESTGATE, M. E.; JONES, R. J. Kernel set at low water potential does not vary with source sink/ratio in maize. **Crop Science**, Madison, v.35, p.158-164, 1995.

## **CAPÍTULO II**

### **PERÍODOS DE VERANICO NA PRODUÇÃO DE MILHO VERDE CULTIVADO NOS SISTEMAS DE PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL**

#### **RESUMO**

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de períodos de veranico sobre a qualidade e produtividade de espigas de milho verde cultivado nos sistemas de plantio direto (PD) e plantio convencional (PC). O experimento foi conduzido em Mossoró-RN, no esquema de parcelas subdivididas, distribuídas no delineamento experimental de blocos casualizados. Nas parcelas, foram avaliados os sistemas de plantio direto e convencional e nas subparcelas, seis períodos de veranicos (2, 6, 10, 14, 18 e 22 dias). A cultura foi irrigada por gotejamento, tendo sido efetuado o controle individual do suprimento de água em cada subparcela, visando fornecer as simulações dos períodos de veranicos, que foram aplicados a partir dos 34 dias após o plantio do milho. O manejo da irrigação fora dos períodos de veranico foi realizado de modo diferenciado para cada subparcela. Esse controle foi feito com a medição da tensão de água no solo, obtida na leitura de tensiômetros instalados a 15 e 30 cm de profundidade, o solo foi mantido com umidade superior a 75% de água disponível total. Com base no volume de água aplicado, obtido a partir da vazão dos gotejadores e do somatório do tempo das irrigações realizadas durante o ciclo da cultura, determinou-se o consumo de água para cada tratamento. Por ocasião da colheita das espigas verdes, avaliou-se as seguintes características: altura de plantas, estande final, número de espigas totais, número de espigas comercializáveis despalhadas, massa média de espigas com palha, massa média de espigas despalhadas, comprimento de espigas, número de fileiras de grãos na



espiga, produtividade de espigas totais com palha e despalhadas, produtividade de espigas comercializáveis despalhadas, consumo de água e eficiência do uso da água (EUA) para produção de espigas totais com palha, totais despalhadas e comercializáveis despalhadas. Verificou-se redução no rendimento e na qualidade de espigas verdes a partir de seis dias de veranico nos dois sistemas de plantio, com maior produtividade de espigas comercializáveis no sistema de PD nos períodos de veranico de 6, 10 e 14 dias e com perda total da produção comercializável aos 22 e 18 dias de veranico nos sistemas de PD e PC, respectivamente. O PD apresentou melhor eficiência no uso da água e menor suscetibilidade à ocorrência de veranicos, reduzindo os riscos climáticos para a cultura.

Palavra chave: Espigas verdes. *Zea mays* L. Eficiência no uso da água. Risco climático. Cobertura do solo.

## **PERIODS OF DRY SPELL IN THE PRODUCTION OF CORN GROWN IN NO-TILLAGE AND CONVENTIONAL SYSTEMS**

### **ABSTRACT**

The purpose of this study was to evaluate the effect dry spell periods on the quality and productivity of green ears of corn grown in no-till systems and conventional planting. The experiment was conducted in Mossoró-RN, distributed in the experimental randomized block design. On the plots, the no-tillage planting and conventional systems and in subplots, six periods of dry spells (2, 6, 10, 14, 18 and 22 days). The crop was irrigated by drip. It was held the individual control of the water supply in each sub-plot in order to perform simulations of periods of dry spells, which were made from the 34 days after the corn planting. Irrigation management outside the periods of dry spell was carried out in a different way in each sub-plot, keeping the soil with humidity exceeding 75% of the total available water. Based on the applied volume of water, obtained from the flow rate drippers and the sum of the time of irrigation made during the corn cycle, it was determined the water consumption for each treatment. At the time of the harvest of green ears, the following characteristics were evaluated: plant height, final stand, quantity on the total number of cobs, number of marketable cobs, average mass of ears with straw and without straw, average mass of cobs without straw, cobs length, number of grain rows on the cob, total productivity of cobs with and without straw, productivity of marketable cobs without straw, water consumption and water use efficiency (USA) for production of total cobs with straw, without straw and total marketable without straw. It was noticed a reduction in yield and quality of green ears from six days of dry spell in the two planting systems, with greater productivity of marketable cobs in no-tillage system during periods of dry spell of 6, 10 and 14 days and with a total loss of marketable production to 22 and 18 days of dry spell in conventional planting systems, respectively. The no-tillage system presented better efficiency in water use and less susceptibility to occurrence of dry spell period, reducing the risks of climate for culture.

Keywords: Green ears. *Zea mays*. Efficiency in water use, Climate risk, Soil cover.

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o cultivo do milho destinado à produção de espigas verdes é uma alternativa para pequenos e médios agricultores em razão da demanda pelo produto e do melhor valor de mercado em relação ao cultivo destinado à produção de grãos, sendo cultivado, muitas vezes, em consórcio com outras culturas como feijão (*Vigna unguiculata* L) e a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Santos et al. (2009) verificaram maior eficiência agrônômica e econômica no cultivo consorciado entre milho destinado à produção de espigas verdes e feijão, em relação ao monocultivo.

As espigas verdes são produzidas e comercializadas em todo território nacional para consumo de espigas cozidas, assadas ou para processamento como mingau, pamonha, sorvetes, bolos, etc. (SANTOS et al., 2005). As maiores produções são verificadas nos Estados de Minas Gerais (21,1%), São Paulo (20,1%), Goiás (18,7%), Paraná (7%), Rio Grande do Sul (7%) e Bahia (6%) (MORAIS, 2009).

Devido à forma de comercialização e modo de consumo, um dos fatores mais importantes na produção de espigas verdes são as características qualitativas como comprimento, diâmetro da espiga, coloração, granação, entre outras, que podem ser influenciadas pelos cultivares ou pelo ambiente, envolvendo fatores edafoclimáticos e manejo. Dentre esses fatores, o suprimento adequado de água ao longo do ciclo é de fundamental importância para se obter espigas de boa qualidade, especialmente no período crítico da cultura, que segundo Bergamaschi et al. (2006), vai do pendramento ao enchimento de grãos.

Na produção de espigas verdes, que são comercializadas durante todo o ano, é comum o plantio em áreas irrigadas ou mesmo de sequeiro, em períodos com maior probabilidade de ocorrência de chuvas. Todavia, em cultivos de sequeiro é comum verificar a ocorrência de períodos prolongados de estiagem, que podem comprometer a qualidade das espigas, inviabilizando sua comercialização. 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.

Nos últimos, anos têm-se verificados trabalhos no sentido de melhorar a eficiência no uso da água por parte das culturas utilizando de técnicas de manejos como o sistema de plantio direto, que melhora o armazenamento de água no solo por meio do aumento da infiltração e da redução da taxa evaporativa (MAROUELLI et al., 2006; TEÓFILO et al., 2012; COELHO et al., 2013), permitindo reduzir o consumo de água em cultivos irrigados e amenizar os efeitos dos períodos de estiagem em cultivos de sequeiro. Para a cultura do feijão a utilização do sistema PD proporcionou aumento da ocorrência de áreas com menor risco climático e prolongamento do período favorável de semeadura em relação ao sistema de PC, com efeitos mais evidentes em solos com melhor cobertura pela palhada (MEIRELES et al., 2003).

Possamai et al. (2001) verificaram melhor rendimento no cultivo do milho em sistema de plantio direto e, segundo esses autores, o plantio direto é visto como estratégia que permite melhor aproveitamento e disponibilidade da água para a cultura. Objetivou-se com o presente trabalho, avaliar o efeito de períodos de veranico sobre a produtividade e qualidade de espigas de milho verde cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no período de setembro a dezembro de 2011, na horta didática do Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), no município de Mossoró-RN, localizada a 5° 11" de latitude sul e 37° 20" de longitude oeste e com 18 m de altitude. O clima da região, de acordo com a classificação de Koeppen, é do tipo BSw<sub>h</sub>, 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). A área foi cultivada

previamente em sistema de PD e PC por um período de quatro anos. O solo foi classificado como Argissolo Vermelho – Amarelo Eutrofico (EMBRAPA 2006).

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 colhida uma das 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<sup>-1</sup> de sementes viáveis, distribuídas juntamente com o fertilizante (200 kg ha<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> 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 com circulação forçada de ar a 65° C até massa constante, verificando-se 6,7 t ha<sup>-1</sup> de massa seca.

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

Vale ressaltar que as culturas do feijão-caupi e braquiária foram irrigadas de forma suplementar por aspersão.

Da área onde foi conduzido o experimento, foram retiradas amostras de solo, à profundidade de 0 a 20 cm para análise física, enquanto que a análise química foi realizada separadamente, na mesma profundidade, para os sistemas de PD e PC, 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<sup>-1</sup>; silte = 0,08 kg kg<sup>-1</sup>; Argila = 0,04 kg kg<sup>-1</sup>, enquanto que os resultados das análises químicas dos solos nos sistema de plantio direto e convencional estão apresentados na Tabela 1. 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.

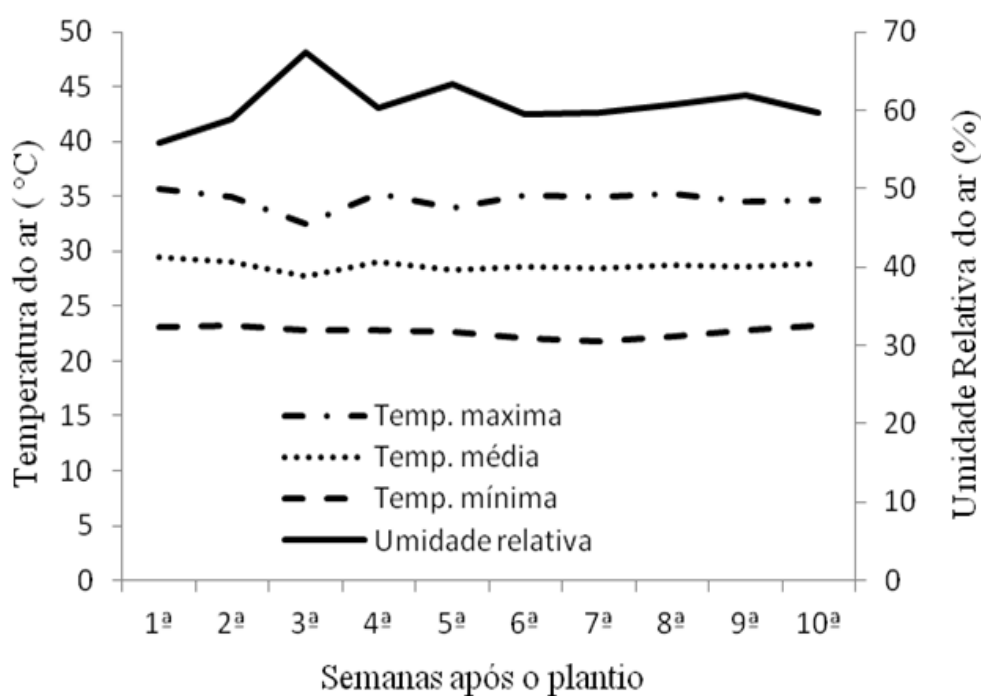


Figura-1 Média semanal das temperaturas máxima, mínima e média, e da umidade do ar durante o período experimental. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Tabela 1 – Resultado das análises químicas dos solos nos sistema de plantio direto e convencional. Mossoró-RN-2011.

Sistema de Plantio	Características químicas						
	pH	Mat. Org.	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>+3</sup>
	(água)	g kg <sup>-1</sup>	-----mgdm <sup>-3</sup> ---	-----cmolcdm <sup>-3</sup> -----	-----cmolcdm <sup>-3</sup> -----	-----cmolcdm <sup>-3</sup> -----	-----cmolcdm <sup>-3</sup> -----
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

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<sup>-1</sup>). A adubação de plantio foi realizada utilizando-se 360 kg ha<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> espaçados a cada 0,30m, tendo se 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 (31DAP), 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 após o plantio (DAP), quando a cultura encontrava-se com oito folhas completamente expandidas (estádio V8), 06 dias antes do pendoamento, que ocorreu aos 40 DAP.

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 2), de modo a manter o solo com umidade superior a 75% de água disponível total, e por ocasião das irrigações de cada tratamento, realizadas a cada dois dias, a umidade do solo foi elevada para valores correspondentes a potencial matricial média nas duas profundidades, de cerca de -3 kPa (capacidade de campo). Com base nessas informações de lâminas de água aplicadas, determinou-se o consumo diário de água para cada subparcela.

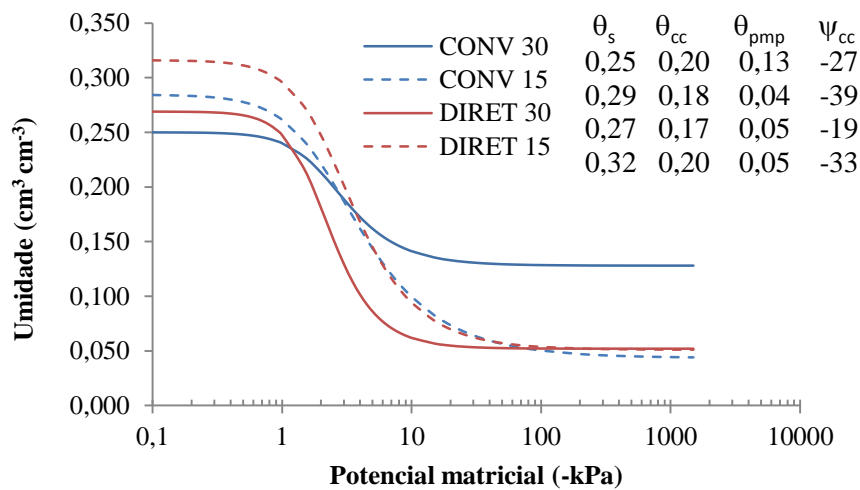


Figura 2 - Curva de característica de água do solo para os sistemas de plantio direto e convencional, nas profundidades de 15 e 30 cm - Mossoró-RN -2011.

Com base nas lâminas de água aplicadas em cada subparcela, obtida a partir da vazão dos gotejadores e do somatório do tempo de todas as irrigações realizadas durante o ciclo da cultura, 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  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de N e  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , parcelados em igual quantidade nas duas aplicações, utilizando-se como fontes de nutriente os fertilizantes sulfato de amônia e cloreto de potássio.

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  $1,0 \text{ L ha}^{-1}$  do inseticida Deltametrina, visando controle de lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith).

Por ocasião da colheita das espigas verdes, aos 70 DAP, quando estas encontravam-se na fase de grão pastoso (estádio R3), avaliou-se as seguintes características: altura de plantas, estande, número de espigas totais, número de espigas comercializáveis, massa média de espigas com palha, massa média de espigas despalhadas, comprimento de espigas, número de fileiras de grãos por espiga, produtividade de espigas totais, produtividade de espigas comercializáveis,



consumo de água e eficiência do uso da água (EUA) para produção de espigas totais com palha, totais despalhadas e comercializáveis.

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, enquanto que as demais variáveis foram obtidas com base em todas as plantas da área útil das subparcelas. Foram consideradas espigas comercializáveis as que apresentaram, após o despalhamento, comprimento maior ou igual a 15 cm, sanidade e granação adequada à comercialização (ALBUQUERQUE et al., 2008).

A partir da produtividade de espigas totais com palha, totais despalhadas e comercializáveis ( $Pt$ ,  $\text{kg ha}^{-1}$ ) e da quantidade de água aplicada pela irrigação no ciclo da cultura para cada tratamento ( $W$ ,  $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ), determinou-se a eficiência de uso de água (EUA,  $\text{kg m}^{-3}$ ) para as referidas variáveis, conforme descrito por Doorembos 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. Os dados referentes ao número e produtividade de espigas comercializáveis foram transformados “ $(y+1)^{0.5}$ ” (BANZATTO; KRONKA, 2006) visando atender às pressuposições da análise de variância.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se na Tabela 2, que não houve interação entre os fatores sistemas de plantio e períodos de veranico para as variáveis altura de plantas e estande final, no entanto, à medida que se aumentou o período de déficit hídrico houve redução no crescimento das plantas em altura e na população de plantas nos dois sistemas de plantio (Figuras 2A e 2B), plantas com maior estatura foram verificadas no sistema de plantio direto, enquanto que a população de plantas não foi influenciada pelos sistemas de plantio (Tabela 2).

A maior altura de plantas constatada no sistema de PD se deve provavelmente, à melhoria da fertilidade do solo nas parcelas cultivadas neste sistema, já há quatro anos, especialmente, o teor de matéria orgânica (Tabela 1), criando assim, melhores condições para o crescimento da cultura. Segundo Costa et al. (2006), o sistema de PD promove melhorias na qualidade do solo, sendo que estas melhorias são percebidas a curto prazo nas camadas mais superficiais atingindo as camadas mais profundas com o prolongamento do tempo de cultivo. Por outro lado, a redução do crescimento de plantas nos tratamentos com déficit hídrico ocorreu em função do período em que se iniciou a simulação dos períodos de veranico, quando a cultura encontrava-se ainda na fase vegetativa (estádio V8). 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. A redução do crescimento das plantas em altura, ocorre em função do estresse hídrico que provoca a diminuição do alongamento celular (MACHADO et al., 2009).

Tabela 2- Valores médios de altura de plantas, estande final, número de espigas empalhadas e número de espigas comercializáveis despalhadas 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	
<b>Altura de plantas (m)<sup>1/</sup></b>							
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 <sub>1</sub> (%)							9,46
CV <sub>2</sub> (%)							6,66
<b>Estande final (plantas ha<sup>-1</sup>)<sup>1/</sup></b>							
PD	79.166	72.916	64.583	69.791	63.541	48.958	66.319A
PC	80.208	64.583	68.750	66.666	53.125	41.666	62.500A
CV <sub>1</sub> (%)							12,34
CV <sub>2</sub> (%)							11,45
<b>Número de espigas totais/ha<sup>2/</sup></b>							
PD	79.166A	71.875A	61.250A	61.458A	45.833A	0,00A	52.951
PC	81.250A	64.583A	66.666A	48.958B	32.291B	0,00A	48.958
CV <sub>1</sub> (%)							15,01
CV <sub>2</sub> (%)							16,46
<b>Número de espigas comercializáveis/ha<sup>2/*</sup></b>							
PD	235,4A	199,2A	173,8A	142,4A	39,4A	1,0A	131,86
SPC	217,84A	186,04A	148,17A	16,88B	1,00A	1,00A	95,15
CV <sub>1</sub> (%)							22,63
CV <sub>2</sub> (%)							41,27

<sup>1/</sup>Médias seguidas de letras distintas para cada variável, nas colunas, diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.<sup>2/</sup>Médias seguidas de letras distintas para cada variável, nas colunas, diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.<sup>\*</sup>Dados foram transformados em  $(y+1)^{0,5}$  CV<sub>1</sub> Coeficiente de variação da parcela; CV<sub>2</sub> Coeficiente de variação da subparcela

Para as variáveis número de espigas totais com palhas e número de espigas comercializáveis despalhadas, houve interação entre os fatores sistemas de plantio e períodos de veranico (Tabela 2), verificando-se no desdobramento dos períodos de veranico dentro de cada sistema de plantio (Figuras 3C e 3D), que no PC, o número de espigas comercializáveis mantém-se estável até por volta dos seis dias, com posterior redução drástica até a perda total da produção de espigas aos 18 dias de veranico, enquanto que no PD, o número de espigas mantém-se estável por um maior período sem suprimento de água em relação ao PC, com posterior redução até atingir perda total aos 22 dias de veranico, evidenciando menor suscetibilidade da cultura a períodos de déficit hídrico quando se realiza o cultivo no sistema PD. Ainda se observa na Tabela 2, maior número de espigas totais no PD em relação ao PC nos períodos de veranico de 14 e 18 dias e comercializáveis com 14 dias de veranico.

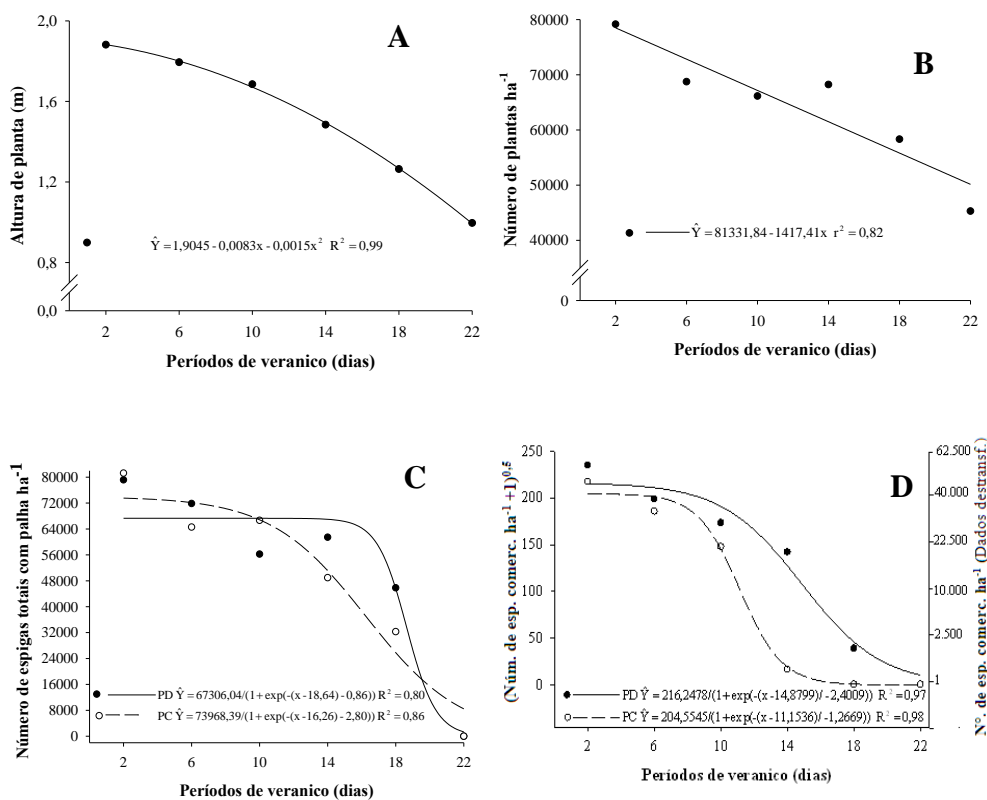


Figura 3. Altura de plantas (A), estande final (B), número de espigas totais com palha (C) e número de espigas comercializáveis despalhadas com dados transformados em  $(y+1)^{0,5}$  e destransformados (D) de milho verde cultivado nos sistemas de PD e PC submetido à diferentes períodos de veranico. Mossoró-RN, 2011.

Estes resultados podem ser explicados pelo melhor aproveitamento da água no cultivo em sistema de plantio direto, devido à cobertura morta sobre o solo, que reduz a taxa de evaporação, por protege-lo da incidência da radiação solar diminuindo o aquecimento em relação ao solo descoberto (COELHO, 2011) e também do vento, que é outro importante fator na perda de água do solo, especialmente, em condições climáticas com temperaturas elevadas e baixa umidade relativa do ar, como as regiões semiáridas.

Observa-se nas Tabelas 3 e 4, que não houve interação entre os fatores sistemas de cultivo e períodos de veranico para as variáveis massa média de

espigas despalhadas, comprimento de espigas e produtividade de espigas comercializáveis, no entanto, no sistema de PD, essas variáveis apresentaram valores superiores em relação ao PC. Foi constatado também, efeito dos períodos de veranico sobre as variáveis mencionadas anteriormente, com redução na massa média de espigas despalhadas (Figura 4B), comprimento das espigas (Figura 4C) e produtividade de espigas totais com palha (Figura 4E).

Para as características massa média de espigas com palha, número de fileiras de grãos na espiga e produtividade de espigas comercializáveis, verificou-se efeito dos sistemas de cultivo e períodos de veranico, bem como interação entres esses fatores (Tabelas 3 e 4). Foi observado no desdobramento dos períodos de veranico dentro de cada sistema de plantio, que a variável massa média de espigas com palha no PC manteve-se estável até por volta dos seis dias, com posterior redução, enquanto que no PD, a redução na referida característica só ocorreu a partir de dez dias sem suprimento de água (Figura 4A). Quando se compara os dois sistemas de plantio dentro de cada período de veranico, observa-se valores superiores para essa variável no PD em relação ao PC quando a cultura passou por 10, 14 e 18 dias de veranico (Tabela 3).

Tabela 3- Massa média de espigas com palha e despalhadas, comprimento de espigas, número de fileiras de grãos na espiga e produtividade de espigas totais com palha e comercializáveis despalhadas em função dos períodos de veranico nos sistemas de plantio direto (PD) e plantio convencional (PC). Mossoró-RN, 2013.

Sistema De plantio	Períodos de veranico (dias)						Média
	2	6	10	14	18	22	
Massa média de espigas com palha (g) <sup>2/</sup>							
PD	232,42A	240,77A	243,22A	200,16A	181,47A	0,00A	219,60
PC	218,08A	252,85A	195,87B	152,86B	134,47B	0,00A	190,82
CV <sub>1</sub> (%)	9,62						
CV <sub>2</sub> (%)	14,08						
Massa média de espigas despalhadas (g) <sup>1/</sup>							
PD	156,99	152,69	150,63	124,59	103,42	0,00	137,66 A
PC	140,59	158,51	124,49	87,80	70,28	0,00	116,33 B
CV <sub>1</sub> (%)	9,42						
CV <sub>2</sub> (%)	16,87						
Comprimento de espigas (cm) <sup>1/</sup>							
PD	17,64	16,48	17,74	16,99	16,08	0,00	16,98 A
PC	17,79	16,20	15,88	13,99	14,07	0,00	15,58 B
CV <sub>1</sub> (%)	2,80						
CV <sub>2</sub> (%)	8,65						

<sup>1/</sup>Médias seguidas de letras distintas para cada variável, nas colunas, diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

<sup>2/</sup>Médias seguidas de letras distintas para cada variável, nas colunas, diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

CV<sub>1</sub> Coeficiente de variação da parcela; CV<sub>2</sub> Coeficiente de variação da subparcela

Tabela 4- Número de fileiras de grãos na espiga e produtividade de espigas totais com palha e comercializáveis despalhadas em função dos períodos de veranico nos sistemas de PD e PC. Mossoró-RN, 2013.

Sistema De plantio	Períodos de veranico (dias)						Média
	2	6	10	14	18	22	
Número de fileiras de grãos por espiga <sup>2/</sup>							
PD	10,83A	9.80A	9.90A	8.73A	4.02 A	0,00A	7.21
PC	12,15A	10.47A	8.98A	3.71B	1.72 B	0,00A	6,17
CV <sub>1</sub> (%)	17,17						
CV <sub>2</sub> (%)	21,41						
Produtividade de espigas totais (t há <sup>-1</sup> ) <sup>1/</sup>							
PD	18,41	17,45	15,55	12,31	8,22	0,00	11,99 A
PC	17,76	16,42	13,10	7,49	4,45	0,00	9,87 B
CV <sub>1</sub> (%)	12,91						
CV <sub>2</sub> (%)	19,90						
Produtividade de espigas comercializáveis (t há <sup>-1</sup> ) <sup>2/8/</sup>							
PD	3,38 A (10,60)	2,94 A (8,00)	2,56 A (5,71)	2,12 A (3,62)	1,21 A (0,54)	1,00 A (0,00)	2,20 (4,74)
PC	3,25 A (9,84)	2,73 B (6,61)	2,17 B (3,92)	1,08 B (0,20)	1,00 A (0,00)	1,00 A (0,00)	1,87 (3,42)
CV <sub>1</sub> (%)	13,20						
CV <sub>2</sub> (%)	45,36						

<sup>1/</sup>Médias seguidas de letras distintas para cada variável, nas colunas, diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

<sup>2/</sup>Médias seguidas de letras distintas para cada variável, nas colunas, diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

CV<sub>1</sub> Coeficiente de variação da parcela; CV<sub>2</sub> Coeficiente de variação da subparcela



O desdobramento dos períodos de veranico, dentro de cada sistema de plantio, para a variável número de fileiras de grãos na espiga (Figura 4D) mostrou que no PD as espigas tiveram número de fileiras estável até 10 dias de veranico, com posterior redução nos períodos seguintes. No PC, o número de fileiras de grãos reduziu linearmente com o aumento do período de veranico, com valores inferiores ao PD nos períodos de 14 e 18 dias sem suprimento de água (Tabela 4).

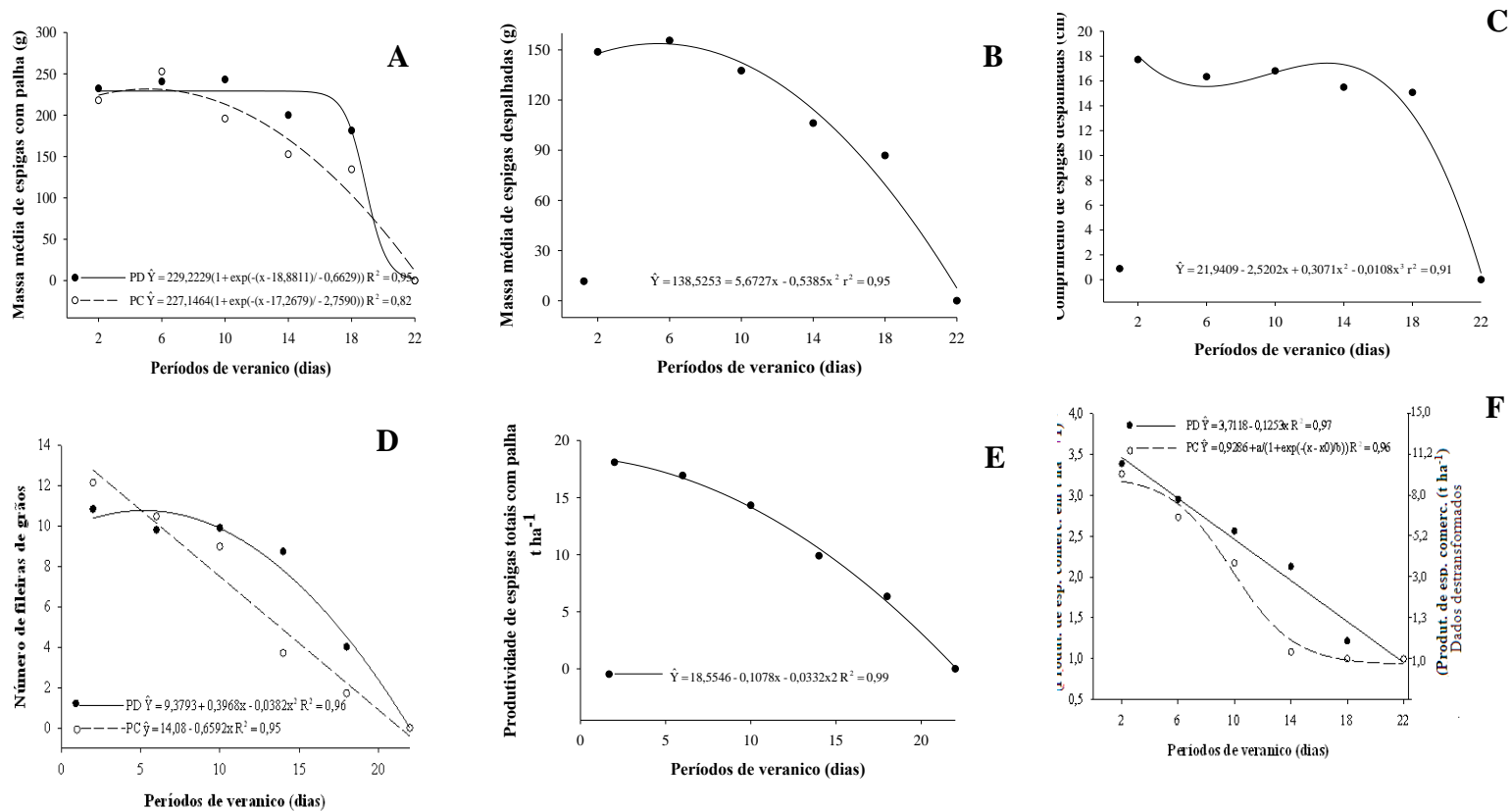


Figura 4. Massa média de espigas com palha (A), massa média de espigas despalhadas (B), comprimento de espigas despalhadas (C), número de fileiras de grãos (D), produtividade de espigas totais (E) e produtividade de espigas comercializáveis com dados transformados em  $(y+1)^{0,5}$  e destransformados (F) de milho cultivado nos sistemas de plantio direto (PD) e convencional (PC) submetido à diferentes períodos de veranico. Mossoró-RN,2013.

Seis dias de veranico já foram suficientes para afetar negativamente a produtividade de espigas comercializáveis nos dois sistemas de plantio (Figura 4F), com perdas na ordem de 24,5 e 32,8 % nos sistemas de PD e PC, respectivamente, enquanto que com 10 dias sem suprimento de água, as perdas foram de 46,3 e 60,1%, respectivamente, tornando evidente a menor suscetibilidade da cultura a períodos de déficit hídrico quando cultivada no PD, com maior produtividade de espigas comercializáveis nos períodos de veranico de 6, 10 e 14 dias (Tabela 4). Períodos de veranico de 22 e 18 dias resultaram em perda total da produção comercializável nos sistemas de plantio direto e convencional, respectivamente. Todavia, em ausência de déficit hídrico, com irrigação a cada dois dias durante todo o ciclo, a produtividade de espigas comercializáveis não variou entre os sistemas de plantio.

Resultados distintos foram encontrados por Carvalho et al. (2004), que verificaram produção de milho superior em plantio convencional quando comparado com plantio direto em ano de veranico. No entanto, outros autores em trabalhos comparando os dois sistemas de plantio encontraram resultados superiores para o plantio direto: Giongo; Bohnen (2010) trabalhando com milho; Oliveira et al. (2011) com cana de açúcar; Rocha (2008), com feijão; Lacerda (2007), com algodão e Albuquerque et al. (2005) com soja.

Freitas (2012) constatou menor queda de rendimento na cultura do feijão-caupi, com aumento do período de veranico, quando se empregou o sistema de plantio direto, em relação ao plantio convencional.

Verifica-se na Tabela 5 e na Figura 4A, que os tratamentos cultivados em sistema de PD apresentaram menor consumo de água do que os cultivados em PC, independente do período de veranico avaliado. Resultados semelhantes foram observados em outros trabalhos com outras culturas, onde verifica-se economia de: 29% em feijoeiro (PEREIRA et al., 2002; STONE; GUIMARÃES 2005); 25 % nos primeiros 50 dias após o transplante das mudas para a cultura do tomate (MAROUELLI et al., 2006); 13 % na cultura do repolho (MAROUELLI et al., 2010); 13 % na cultura do melão (TEOLIFO et al., 2012), estando também em conformidade com estudos feitos por Landers (1995) e Allen (1998), que relatam

redução no consumo de água de até 15% em diferentes culturas, o que se deve à melhor capacidade de armazenamento devido à maior macro porosidade ao longo de todo perfil do solo (BARRETO; MEDEIROS, 2011) e à barreira física da palhada à evaporação da água contida no solo (TEÓFILO et al., 2012). Segundo Mielke et al. (1986), solos sob preparo convencional têm condutividade hidráulica saturada mais alta e, portanto, drenam mais rapidamente que solos sob preparo conservacionista. Esses, por sua vez, retêm mais água disponível para as plantas e mantêm a condutividade hidráulica não saturada mais alta. Andrade (2008) avaliando as perdas de água por evaporação de um solo cultivado com milho nos sistemas de plantio direto e convencional encontrou redução de até 50% no coeficiente de evaporação em área cultivada em plantio direto.

A economia de água permitiu às plantas cultivadas em sistema de plantio direto maior tolerância à ocorrência de períodos de estiagem, reduzindo o risco climático, embora tenha se evidenciado neste trabalho que a produção de espigas verdes é extremamente vulnerável ao déficit hídrico, especialmente, no período próximo à floração, por afetar a polinização, que conseqüentemente, prejudica a granação, que é uma importante característica qualitativa das espigas verdes. Segundo Bergamaschi et al. (2006), a maior redução na produção de milho ocorre em consequência do déficit hídrico por ocasião da polinização, formação do zigoto e desenvolvimento inicial do grão. Bergamaschi et al. (2004) constataram que pode haver redução na produtividade mesmo em anos climaticamente favoráveis, se o déficit hídrico ocorrer no período crítico, que vai da pré-floração ao início de enchimento de grãos.

Tabela 5 - Consumo de água, eficiência do uso da água (EUA) para espigas de milho verde totais com palha, totais despalhadas e comercializáveis em função dos períodos de veranico nos sistemas de plantio direto (PD) e convencional (PC). Mossoró-RN, 2013

Sistema de plantio	Períodos de veranico (dias)						Media
	2	6	10	14	18	22	
Consumo de água (mm)							
PD	599,07B	587,85B	533,55B	427,02B	343,50B	305,14B	466,02
PC	619,13A	599,95A	547,72A	461,84A	363,28A	323,44A	485,89
CV <sub>1</sub> (%)							0,09
CV <sub>2</sub> (%)							1,03
EUA-Espigas totais com palha (kg m <sup>-3</sup> )							
PD	3,07A	2,96A	2,91A	2,88A	2,39A	0,00A	2,36
PC	2,86A	2,73A	2,39A	1,62 B	1,23B	0,00A	1,80
CV <sub>1</sub> (%)							12,42
CV <sub>2</sub> (%)							20,05
EUA – Espigas totais sem palha(kg m <sup>-3</sup> )							
PD	2,07A	1,88A	1,81A	1,79A	1,34A	0,00A	1,48
PC	1,84A	1,71A	1,51A	0,93B	0,66B	0,00A	1,10
CV <sub>1</sub> (%)							17,09
CV <sub>2</sub> (%)							21,57
EUA – Espigas despalhadas comercializáveis (kg m <sup>-3</sup> )							
PD	1,77A	1,36A	1,07A	0,85A	0,16A	0,00A	0,87
PC	1,58A	1,10A	0,72A	0,04B	0,00A	0,00A	0,57
CV <sub>1</sub> (%)							17,69
CV <sub>2</sub> (%)							68,76

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

CV<sub>1</sub> Coeficiente de variação da parcela; CV<sub>2</sub> Coeficiente de variação da subparcela

Enquanto a eficiência no uso da água (EUA), que associa a produtividade e o consumo de água, evidenciou maior eficácia do PD em relação ao uso desse recurso, com decréscimos ocorrendo somente a partir de 14 dias de veranico para a produção de espigas verdes totais com e sem palha, ao passo que no PC, houve decréscimo a partir de seis dias de veranico (Figuras 5B e 5C). Todavia, a EUA para a produção de espigas comercializáveis já foi afetada negativamente com seis dias de veranico nos dois sistemas de plantio, embora queda mais pronunciada tenha sido observada no PC, a partir dos seis dias sem suprimento de água (Figura 5D). No desdobramento dos sistemas de cultivo dentro de cada período de veranico (Tabela 5), constata-se a superioridade do PD em relação ao PC para os períodos de 14 e 18 dias de veranico e para as variáveis EUA sobre a produção de espigas totais com palha e despalhadas e para 14 dias de veranico sobre a EUA para espigas comercializáveis despalhadas, evidenciando os efeitos negativos do déficit hídrico sobre as características qualitativas das espigas, reduzindo a produção comercializável e contribuindo, consequentemente, para a redução na eficiência no uso da água.

Os resultados encontrados neste trabalho, embora em menor proporção, corroboram com Moreira et al (2011), que relatam aumento de até 50 % na eficiência no uso da água em cultivo de milho verde em solos 100 % cobertos com palhada em sistema de PD.

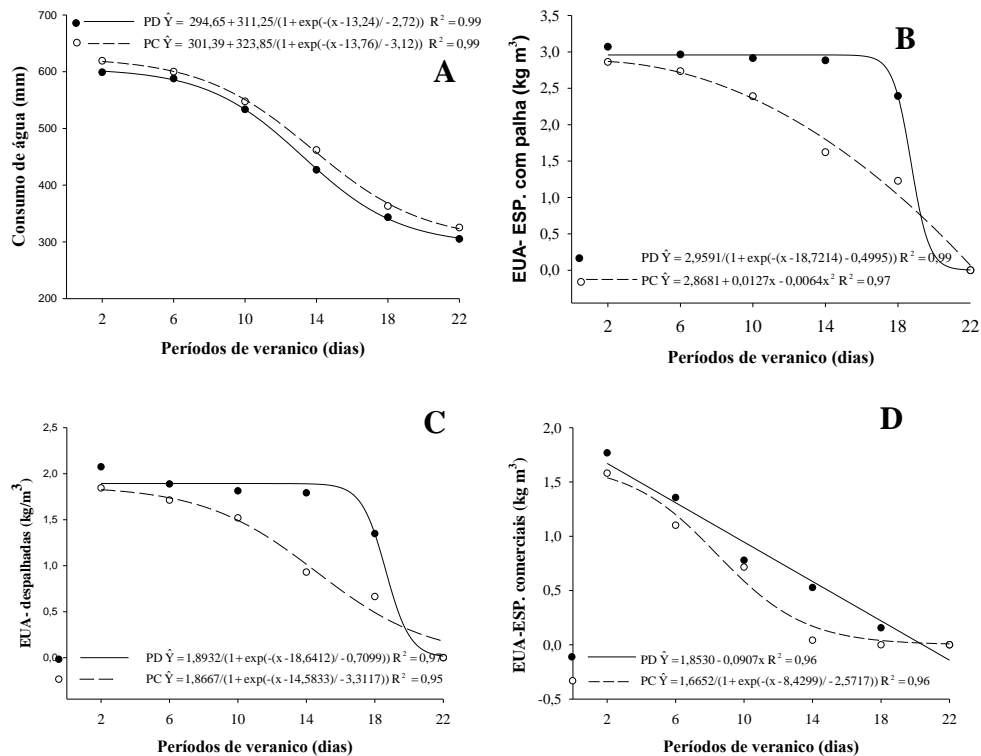


Figura 5. Consumo de água (A), eficiência no uso da água (EUA) para espigas totais com palha (B), espigas totais sem palha (C) e espigas comercializáveis sem palha (D) na cultura do milho para produção de espigas verdes, cultivado nos sistemas de plantio direto (PD) e convencional (PC), submetido à diferentes períodos de veranico. Mossoró-RN, 2013.

#### **4. CONCLUSÕES**

Houve redução no rendimento e na qualidade de espigas verdes, a partir de seis dias de veranico nos dois sistemas de plantio, com maior produtividade de espigas comercializáveis no sistema de plantio direto nos períodos de veranico de 6, 10 e 14 dias e perda total da produção comercializável aos 18 e 22 dias de veranico nos sistemas de plantio direto e convencional, respectivamente. O plantio direto melhorou a eficiência no uso da água e demonstrou menor suscetibilidade à ocorrência de veranicos, reduzindo os riscos climáticos para a cultura do milho.



#### 4. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C. J. B.; VON PINHO, R. G.; BORGES, I. D.; SOUZA FILHO, A. X.; FIORINI, I. V. A. Desempenho de híbridos experimentais e comerciais de milho para produção de milho verde. **Ciências Agrotecnica**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 768-775, maio-jun., 2008.

ALBUQUERQUE, J. A.; ARGENTO, J.; BYER, C.; WILDNER, L. P.; KUNTZE, M. A. G. Relação de atributos do solo com a agregação de um Latossolo Vermelho sob sistemas de preparo e plantas de verão para cobertura do solo. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, Campinas – SP, v. 29, p. 415-424, 2005.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Roma: **FAO**, 328p. (Irrigation and drainage, papers, 56), 1998.

ANDRADE, J. G. Perdas de água por evaporação de um solo cultivado com milho nos sistemas de plantio direto e convencional. 2008.93 f.: il. **Dissertação de Mestrado**, Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, RS, 2008.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4ª ed. Funep: Jaboticabal, 237p, 2006.

BARRETO, H. B. F.; MEDEIROS, J. F. de. Curva característica de água do solo em um argissolo vermelho-amarelo sob sistema de plantio direto e convencional. **II Reunião Sul Americana para Manejo e Sustentabilidade da Irrigação em Regiões Áridas e Semiáridas**. Cruz das Almas– Ba, de 03 a 07 de abril de 2011.

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.

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, p. 831-839, 2004.

CARMO FILHO, F.; OLIVEIRA, O. F. Mossoró: um município do semi-árido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico. Mossoró: ESAM, (Coleção Mossoroense, série B), 62p, 1995.

CARVALHO, M. A. C. de; SORATTO, R. P.; ATHAYDE, M. L. F.; ARF. O.; SA. M. E. de. 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, jan. 2004.

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.

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. 2011.108f. **Tese (Doutorado em Fitotecnia)**- Universidade Federal Rural do Semi-Árido- UFRS - Mossoró, 2011.

COSTA, E. A.; GOEDERT, W. J.; SOUSA, M. G. Qualidade do solo submetido a sistemas de cultivo com preparo convencional e plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 7, p. 1185-1191, 2006

DOORENBOS, J.; KASSAN, A. H. **Crop response to water**. Roma: FAO, 1979. 194p. (FAO, irrigation and Drainage Paper, 33).

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 306p, 2006.

FREITAS, R. M. O. de. Crescimento e produção de feijão-caupi sob efeito de veranico nos sistemas de plantio direto e convencional. 2012.83 f.: il. **Disertação (Mestrado em Fitotecnia)**- Universidade Federal Rural do Semi-Árido- UFRS - Mossoró, 2012.

GIONGO, V.; BOHNEN, H. Caracterização química superficial de Latossolo cultivado sob sistema convencional e plantio direto no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v. 5, n. 4, p. 491-496, 2010.

LACERDA, N. B.; SILVA, J. R. C. Efeito do manejo do solo e da adubação orgânica no rendimento do algodoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 2, p. 167-172, 2007.

LANDERS, J. N. Fascículo de experiências de plantio direto no cerrado. Goiânia, Go: **Associação de Plantio Direto no Cerrado**, Fundação Cargill. 261p, 1995.

MACHADO, R. S.; RIBEIRO, R. V.; MARCHIORI, P. E. R.; MACHADO, D. F. S. P.; MACHADO, E. C.; LANDEL, M. G. de A. Respostas biométricas e fisiológicas ao déficit hídrico em cana-de-açúcar em diferentes fases fenológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 12 Dez. 2009

MARQUELLI, 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.

MARQUELLI, 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.

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.

MIELKE, L. N.; DORAN, J. W.; RICHARDS, K. A. **Physical environment near the surface of plowed and no-tilled soils**. Soil Till. Res., Amsterdam, 7; 355-366, 1986.

MORAES, A. R. A. de. **A cultura do milho verde**. 2009. Artigo em Hipertexto. Disponível em: [http://www.infobibos.com/Artigos/2009\\_2/MilhoVerde/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2009_2/MilhoVerde/index.htm)>. Acesso em: 31/08/2011.

MOREIRA, J. A. A.; STONE, L. F.; PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. Eficiência de uso de água pela cultura do milho (*Zea mays L*) em função da cobertura do solo pela palhada no sistema plantio direto. **VII Congresso Brasileiro de Agroecologia**. Fortaleza, Cadernos de Agroecologia, v. 6, n. 2, 2011.

OLIVEIRA, A. C. S.; RUBIM, R. F.; FERNANDES, P. G.; PRELLWITZ, W. P. V.; AZEVEDO, P. H. D. de A. M. Avaliação econômica de cana-de-açúcar em sistema de plantio direto em comparação ao convencional em Campos dos Goytacazes-RJ. **VÉRTICES**, Campos dos Goytacazes, v. 13, n. 1, p. 105-114, 2011.

PEREIRA, A. L.; MOREIRA, J. A. A.; KLAR, A. E. Efeito de níveis de cobertura do solo sobre o manejo da irrigação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*). **Irriga**, Botucatu –SP, v.7, p.42-52, 2002.

POSSAMAI, J. M.; SOUZA, C. M.; GALVÃO, J. C. Sistemas de preparo do solo para o cultivo do milho safrinha. **Bragantia**, Campinas – SP, v. 60, n. 2, p. 79-82, 2001.

ROCHA, P. R. R. Adubação molíbdica na cultura do feijão nos sistema de plantio direto e convencional. Viçosa MG UFV 2008 46P. **Dissertação** (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2001

SANTOS, N. C. B. dos; TARCIANO, M. A. A.; ARF, O.; MATEUS, G. P. Análise econômica do consórcio feijoeiro e milho verde. **Revista Brasileira de milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 8, n. 1, p 1-12, 2009.

STONE, L. F.; GUIMARÃES, C. M. Influência de sistemas de rotação de culturas nos atributos físicos do solo. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. 15p. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**.2005.

TEÓFILO, T. M. S.; FREITAS, F. C. L.; MEDEIROS, J. F.; FERNANDES, D.; GRANGEIRO, L. C.; TOMAZ, H. V. Q.; RODRIGUES, A.P. M. S. 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.

### **CAPÍTULO III**

#### **MILHO PARA ENSILAGEM CULTIVADO NOS SISTEMAS DE PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL SOB EFEITO DE VERANICO**

##### **RESUMO**

Conduziu-se este trabalho com objetivo de avaliar o efeito 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 (PD) e plantio convencional (PC) e nas subparcelas, seis períodos de veranicos (2, 6, 10, 14, 18 e 22 dias). A palhada para cobertura do solo nas parcelas de PD foi de braquiária, que foi cultivada em consórcio com feijão caupi. Após a colheita do feijão, a braquiária cresceu livremente até a dessecação com herbicida glyphosate. Nas parcelas de PC, o preparo do solo foi feito com uma aração e duas gradagens, uma semana antes do plantio. A cultura foi irrigada por gotejamento, com controle individual da distribuição de água para cada subparcela, de modo a permitir a interrupção do fornecimento de água para simular os períodos de veranico, bem como o suprimento diferenciado fora dos períodos de veranico. O solo foi mantido com capacidade de campo sempre acima de 75%, sendo que a medição foi feita por meio da verificação da tensão de água no solo obtida na leitura de tensiômetros instalados a 15 e 30 cm de profundidade nas subparcelas. Com base na vazão dos gotejadores e no somatório do tempo de irrigação de cada aplicação foi determinando o consumo de água durante o ciclo da cultura

para cada tratamento. Quando a cultura encontrava-se no ponto de colheita para ensilagem, determinou-se as características: estande final, altura de plantas, produtividade de matéria fresca e seca de milho para ensilagem, partição da parte aérea das plantas em caule, folhas e espigas e a eficiência no uso da água para a produtividade de massa fresca milho para ensilagem. 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% do PD e em 16,42; 32,04; 47,38; 65,23 e 74,19% no PC, respectivamente. O sistema de PD reduziu o consumo e melhorou a eficiência no uso da água na produção de milho para ensilagem, reduzido as perdas provocadas pelo déficit hídrico.

**Palavra chave:** *Zea mays* L. Déficit hídrico Risco climático. Silagem. Eficiência no uso da água.

## **SILAGE CORN GROWN IN NO-TILLAGE SYSTEMS AND CONVENCIONALON THE EFFECT OF DRY SPELL**

### **Abstract**

This study was conducted to evaluate the effect of dry spell period on the productivity of corn for silage grown in no-till and conventional systems. The experiment was conducted in split plots, distributed in randomized block design, with plots in which were assessed the no-tillage systems and conventional planting and in subplots, six periods of dry spell (2, 6, 10, 14, 18 and 22 days). The straw to cover the soil tillage plots was of *brachiaria*, which was cultivated with Cowpea. After the beans harvest, it grew freely until desiccation with *glyphosate herbicide*. In conventionally tilled plots, the tillage was done with a plowing and two harrowing, a week before planting. The crop was irrigated by drip, with individual control of water distribution for each sub-plot, in order to allow the interruption of the supply of water to simulate periods of dry spell, as well as the differentiated supply out of dry speell periods. The soil was kept with more than 75% of field capacity, evaluated through soil water tension obtained through the reading of some tensiometers installed 15 and 30 cm deep in subplots. Based on the flow rate drippers and in the sum of irrigation time of each application it was determined the water consumption during the culture cycle. When the culture was at the point of harvesting for silage, it was determined the characteristics: final stand, height of plants, fresh and dry matter productivity of corn for silage, partition of the aerial part of plants into stalk, leaves and cobs and water use efficiency for productivity of fresh corn for silage. It was found that during dry spell periods of 6, 10, 14, 18 and 22 days have reduced the productivity of corn for silage dry matter in 8.74; 26.47; 42.5; 48.05 and 64.60% of no-tillage planting and 16.42; 32.04; 47.38; 65.23 and 74.19% on conventional planting, respectively. The no-till system reduced consumption and improved efficiency in water use for production of corn for silage, reducing losses caused by water deficit.

Key words: *Zea mays*. Water deficit. Climate risk. Silage, Efficiency in water use.

## 1. INTRODUÇÃO

A pecuária brasileira é baseada na utilização de 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 em função da região e das condições climáticas do ano agrícola, tornando-se necessário o armazenamento de forragem para esse período, que normalmente é realizado na forma de fenação ou ensilagem.

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 PD no aumento da eficiência do uso da água, que correlaciona produtividade com consumo de água, como Teófilo et al. (2012) em melão; Souza et al. (2011) e Coelho (2011) em pimentão, Marouelli et al. (2010) em repolho; Marouelli et al. (2006) na cultura do 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 et al. (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 Mereiles et al. (2003), verificaram que a utilização do sistema de PD 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 evidentes 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.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no período de setembro a dezembro de 2011, na horta didática do Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), município de Mossoró-RN, localizada a 5° 11” de latitude sul e 37° 20” de longitude oeste e com 18 m de altitude. O clima da região, de acordo com a classificação de Koeppen, é do tipo BSw<sub>h</sub>, quente e seco; com precipitação pluviométrica média anual de 673,9 mm; temperatura de 27°C e umidade relativa do ar média de e 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). A área foi cultivada previamente em sistema de PD e PC por um período de quatro anos. O solo foi classificado como Argissolo Vermelho – Amarelo Eutrofico (EMBRAPA 2006).

Utilizou-se o esquema de parcelas subdivididas, 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<sup>-1</sup> de sementes viáveis, distribuídas juntamente com o fertilizante (200 kg ha<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> 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 com circulação forçada de ar a 65°C até massa constante, verificando-se 6,7 t ha<sup>-1</sup> 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 preparado da área por meio de uma aração e duas gradagens.

Vale ressaltar, que as culturas do feijão-caupi e braquiária foram irrigadas de forma suplementar por aspersão.

Da área onde foi conduzido o experimento, foram retiradas amostras de solo, à profundidade de 0 a 20 cm para análise física, enquanto que a análise química foi realizada separadamente, na mesma profundidade, para os sistemas de

PD e PC, 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<sup>-1</sup>; silte = 0,08 kg kg<sup>-1</sup>; Argila = 0,04 kg kg<sup>-1</sup>, enquanto que os resultados das análises químicas dos solos nos sistema de plantio direto e convencional estão apresentados na Tabela 6. Os dados relativos às médias semanais das temperaturas máxima, mínima e a umidade relativa do ar durante o período experimental estão apresentados na Figura 6.

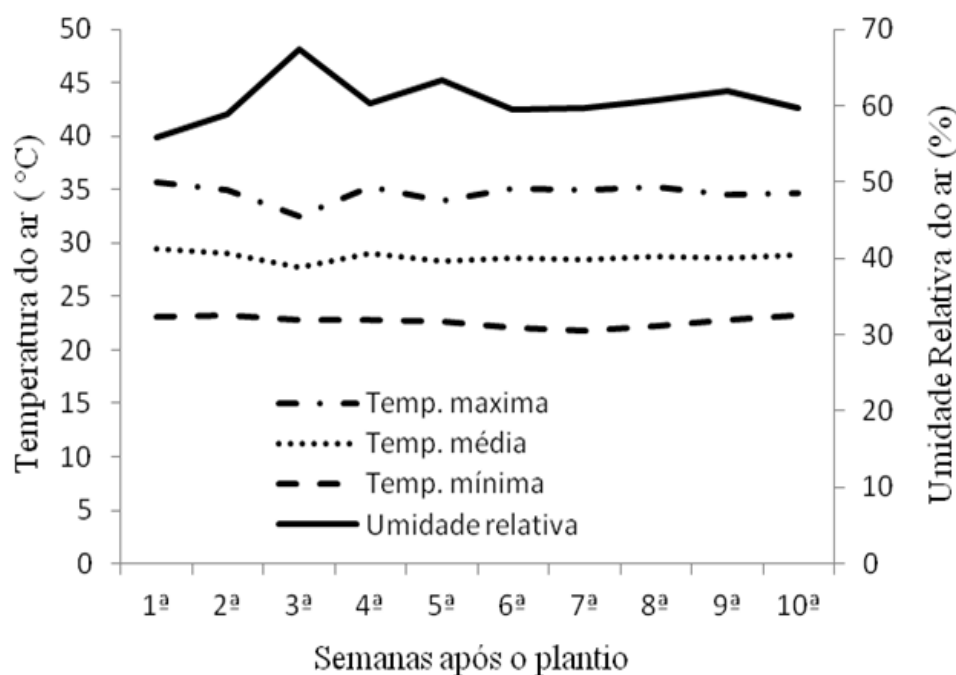


Figura 6 -Média semanal das temperaturas máxima, mínima e média, e da umidade do ar durante o período experimental. Mossoró-RN, UFERSA, 2013

**Tabela 6** – Resultado das análises químicas dos solos nos sistema de plantio direto e convencional. Mossoró-RN, 2013.

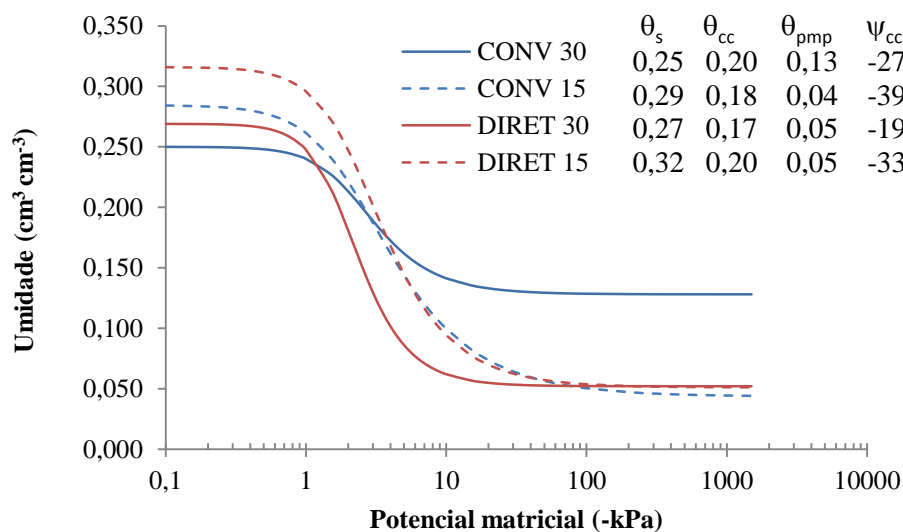
Sistema de Plantio	Características químicas						
	pH (água)	Mat. Org. g/kg	P mg/dm <sup>3</sup>	K <sup>+</sup> mg/dm <sup>3</sup>	Ca <sup>2+</sup> cmolc/dm <sup>3</sup>	Mg <sup>2+</sup> cmolc/dm <sup>3</sup>	Al <sup>+3</sup> cmolc/dm <sup>3</sup>
Plantio direto	6,2	12,8	127	160	3,40	1,05	0,10
Plantio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

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<sup>-1</sup>). A adubação de plantio foi efetuada utilizando-se 360 kg ha<sup>-1</sup> da formulação N-P-K - 06–24–12.

A cultura foi irrigada por gotejamento com mangueiras de 14mm de diâmetro, com emissores de 1,7 L h<sup>-1</sup> espaçados 0,30m, tendo sido praticado 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 (31DAP), 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 (DAP), quando a cultura encontrava-se com oito folhas completamente expandidas (estádio V8), 06 dias antes do pendoamento, que ocorreu aos 40 DAP.

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 7), 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, a umidade do solo foi elevada para valores correspondentes a potencial matricial médio nas duas profundidades, de cerca de -3 kPa (capacidade de campo). Com base nessas informações de lâminas de água aplicadas, determinou-se o consumo de água para cada subparcela.



**Figura 7** - Curva de característica de água do solo para os sistemas de plantio direto e convencional, nas profundidades de 15 e 30 cm - Mossoró-RN -2013.

Com base nas lâminas de água aplicadas em cada subparcela, obtida a partir da vazão dos gotejadores e do somatório do tempo de todas as irrigações realizadas durante o ciclo da cultura, 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  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de N e  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , parcelados em igual quantidade nas duas aplicações, utilizando-se como fontes de nutriente os fertilizantes sulfato de amônia e cloreto de potássio, respectivamente.

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  $1,0 \text{ ha}^{-1}$  do inseticida Deltametrina, visando controle de lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith).

Por ocasião da colheita das plantas para ensilagem, aos 75 DAP, 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.

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, enquanto a produtividade de massa fresca foi obtida a partir da pesagem das plantas colhidas em quatro metros da área útil das subparcelas, sendo essas 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 de aproximadamente 300g, a qual foi colocada em sacola de papel para secagem em estufa com circulação forçada de ar a 60 °C, até massa constante para determinação do teor de massa seca em porcentagem e da produtividade de massa fresca de milho para ensilagem.

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 ( $Pt$ ,  $\text{kg ha}^{-1}$ ) e da quantidade de água aplicada no ciclo da cultura ( $W$ ,  $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ), determinou-se a eficiência de uso de água (EUA,  $\text{kg m}^{-3}$ ), conforme descrito por Doorembos 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.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os dados apresentados na Tabela 7 mostram que não houve interação entre os fatores sistemas de cultivo e períodos de veranico para as variáveis altura de plantas, estande final, produtividade de matéria fresca e matéria seca e porcentagem de massa seca de milho para ensilagem. Não se verificando também, efeito dos sistemas de cultivo para o estande final, embora, plantas com maior estatura e maior produtividade de matéria fresca e matéria 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 no PD em razão da melhoria das características químicas do solo, especialmente, a matéria orgânica (Tabela 6), considerando que as parcelas vêm sendo cultivadas há quatro anos nos respectivos sistemas de plantio.



**Tabela 7-** 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 plantio direto (PD) e plantio convencional (PC). Mossoró-RN, 2013.

Sistema de plantio	Período de veranico (dias)						Média
	2	6	10	14	18	22	
	<b>Altura de plantas (m)</b>						
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 <sub>1</sub> (%)	9,46						
CV <sub>2</sub> (%)	6,66						
	<b>Estande final (plantas ha<sup>-1</sup>)</b>						
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 <sub>1</sub> (%)	11,86						
CV <sub>2</sub> (%)	9,185						
	<b>Produtividade de matéria fresca de milho para silagem t ha<sup>-1</sup></b>						
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 <sub>1</sub> (%)	10,42						
CV <sub>2</sub> (%)	9,04						
	<b>Produtividade de matéria seca de milho para ensilagem t ha<sup>-1</sup></b>						
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 <sub>1</sub> (%)	14,67						
CV <sub>2</sub> (%)	12,48						
	<b>% de matéria seca na silagem</b>						
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 <sub>1</sub> (%)	5,90						
CV <sub>2</sub> (%)	9,17						

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

CV<sub>1</sub> Coeficiente de variação da parcela CV<sub>2</sub> Coeficiente de variação da subparcela

À medida em que se aumentou os períodos de déficit hídrico, houve diminuição do estande final (Figura 8B) e no crescimento das plantas em altura (Figura 8A), culminando na redução da produtividade de matéria fresca, matéria seca de milho para ensilagem (Figuras 8C e 8D). 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% do PD e em 16,42; 32,04; 47,38; 65,23 e 74,19% no PC, respectivamente.

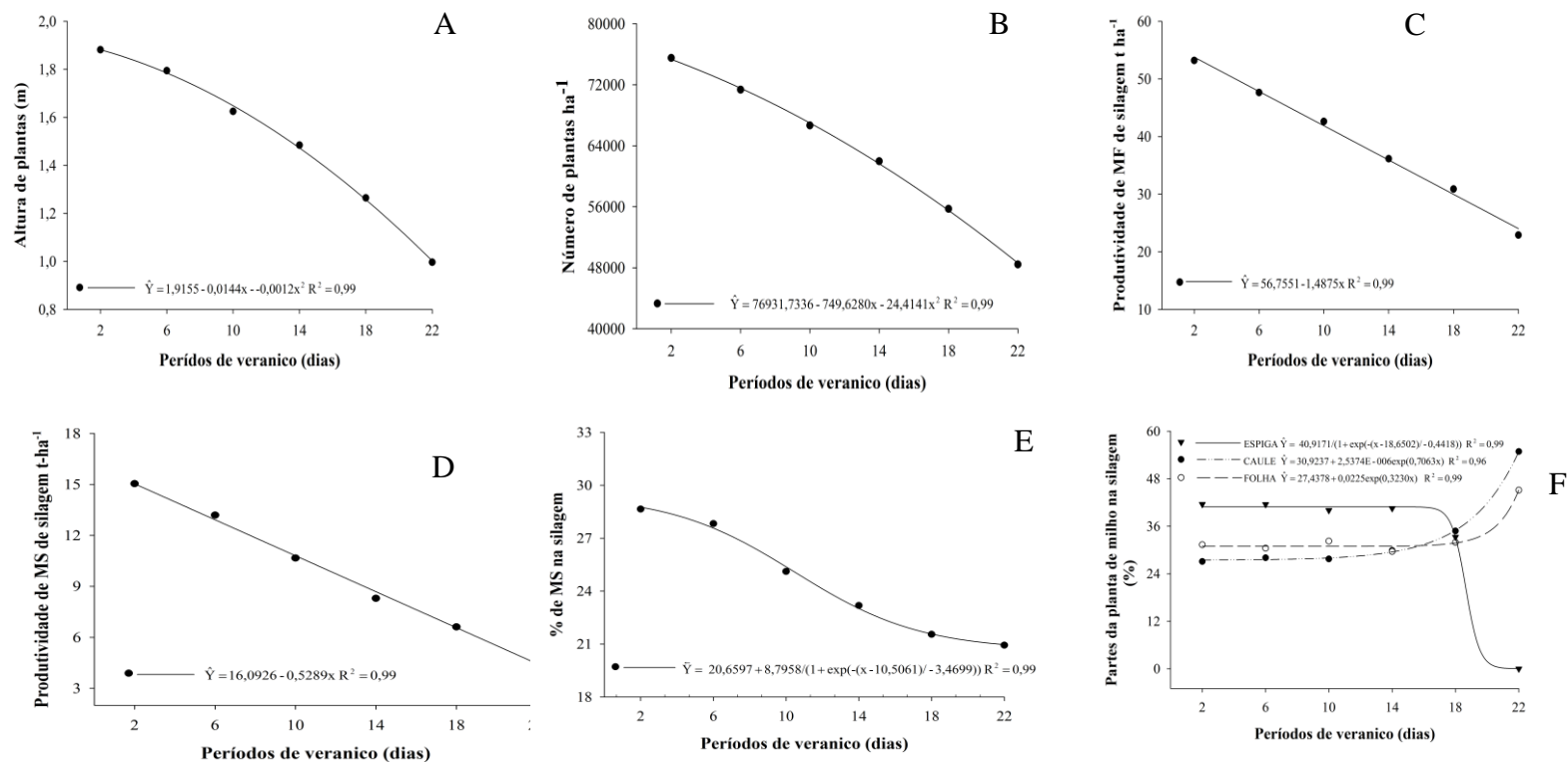


Figura 8- Altura de planta (A), número de plantas (B), massa fresca de silagem (C), massa seca de silagem (D), % de MS na silagem (E) e partes da planta de milho na silagem (F) de milho cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional submetido a diferentes períodos de veranico. Mossoró-RN, 2013.

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 8F, 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 et al. (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. Assim, as plantas cultivadas no PD vegetaram mais que as PC, apresentando, conseqüentemente, menor teor de matéria seca na ocasião da colheita (Tabela 7), por outro lado, 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 et al. (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 et al. (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 et al. (2000); Almeida Filho et al. (1999) afirmam 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 8), 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 8F).

Tabela 8 - Partição de massa fresca da parte aérea da planta de milho cultivado nos sistemas de plantio direto (PD) e plantio 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	
<b>% de espiga na matéria fresca de silagem</b>							
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 <sub>1</sub> (%)	16,87						
CV <sub>2</sub> (%)	10,35						
<b>% de caule na matéria fresca de silagem</b>							
<b>PD</b>	31,66	30,66	32,30	31,79	34,47	47,03	34,65
<b>PC</b>	30,98	30,22	32,18	27,42	29,36	43,22	32,23
CV <sub>1</sub> (%)	16,91						
CV <sub>2</sub> (%)	12,20						
<b>% de folha na matéria fresca de silagem</b>							
<b>PD</b>	26,70	26,75	27,71	28,84	35,99	52,97	33,08
<b>PC</b>	27,50	29,30	28,25	30,91	33,62	56,78	34,39
CV <sub>1</sub> (%)	9,58						
CV <sub>2</sub> (%)	11,15						

CV<sub>1</sub> Coeficiente de variação da parcela CV<sub>2</sub> Coeficiente de variação da subparcela

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, consumo e eficiência no uso da água (EUA) na produção de massa fresca de silagem, verificou-se efeito significativo para sistema de cultivo e períodos de veranico, bem como a interação entre os respectivos fatores (Tabela 9). Mesmo com o maior crescimento de plantas e produtividade de matéria seca e fresca (Tabela 7), 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 9).

Tabela 9 - Consumo e eficiência no uso da água na produção de massa fresca de milho para ensilagem cultivado nos sistemas de plantio direto (PD) e plantio convencional (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	
<b>Consumo de água (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>)</b>							
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 <sub>1</sub> (%)							0,32
CV <sub>2</sub> (%)							1,14
<b>Eficiência no uso da água na produção de massa fresca (kg m<sup>-3</sup>)</b>							
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 <sub>1</sub> (%)							11,36
CV <sub>2</sub> (%)							10,19

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

CV<sub>1</sub> Coeficiente de variação da parcela CV<sub>2</sub> Coeficiente de variação da subparcela



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 9A), o que pode ser atribuído à economia devido à interrupção no fornecimento e, principalmente, devido à redução na taxa de crescimento da cultura após o estresse hídrico, reduzindo a área foliar e, conseqüentemente, a perda de água por transpiração e o consumo para a formação de foto assimilados.

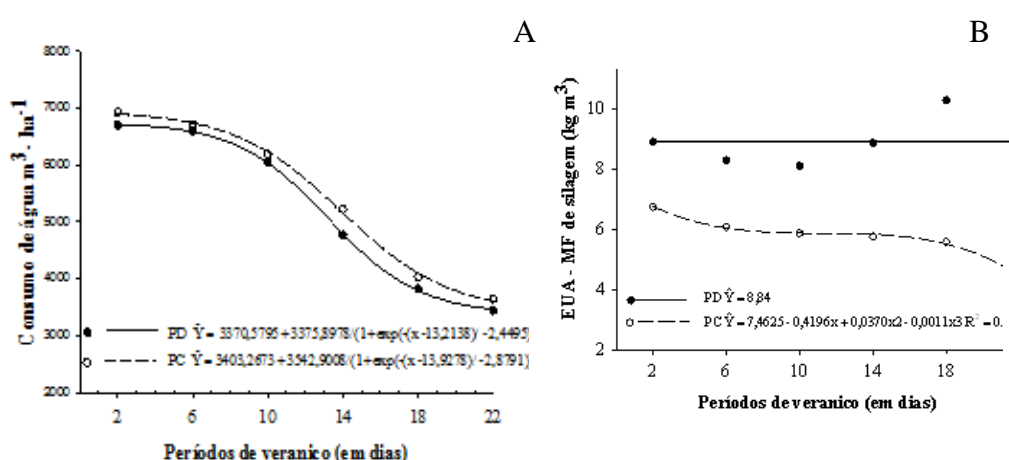


Figura 9 - Consumo de água (A) e eficiência no uso da água na produção (EUA) de massa fresca (MF) de silagem de milho (B) cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional submetido a diferentes períodos de veranico. Mossoró-RN, 2013

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 9B), o que se deve à intensa queda na produtividade de matéria fresca em função

do estresse hídrico (Tabela 7, Figura 8 D), enquanto que quando o cultivo foi realizado no PD, a EUA manteve-se estável nos diferentes períodos de veranico (Figura 8B), 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 irrigação ou mesmo da cultura, como é o caso do cultivo no sistema de plantio direto, que segundo diversos autores (MAROUELLI et al., 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 que reduz o aquecimento do solo (Coelho, 2011), 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.

#### **4. CONCLUSÕES**

- O sistema de plantio direto apresentou maior produtividade de milho para ensilagem que o plantio convencional, independente do período de veranico;
- 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 plantio direto e em 16,42; 32,04; 47,38; 65,23 e 74,19% no plantio convencional, respectivamente;
- O sistema de plantio direto reduziu o consumo e melhorou a eficiência do uso da água na produção de milho para ensilagem;
- O sistema de plantio direto reduz as perdas provocadas pelo déficit hídrico na produção de milho para ensilagem.

## 5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA FILHO, S. L.; FONSECA, D. M.; GARCIA, R.; OBEID, A. J.; OLIVEIRA, J. S. Características agrônômicas 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.; 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.

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, p. 831-839, 2004.

CARMO FILHO, F. do; OLIVEIRA, O. F. de. **Mossoró: um município do semiárido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico**. Mossoró: ESAM, 62p. (Coleção Mossoroense, série B). 1995.

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, PB, DEAg/UFPB, 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. 2011.108f. **Tese (Doutorado em Fitotecnia)**- Universidade Federal Rural do Semi-Árido- UFERSA – Mossoró, 2011.

DAMATTA, F. M. Ecophysiology of tropical tree crops: an introduction. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campos dos Goytacazes - RJ, v. 19, n. 4, p. 239-244, 2007.

DOORENBOS, J.; KASSAN, A. H. **Crop response to water**. Roma: FAO, 1979. 194p. (FAO, irrigation and Drainage Paper, 33).

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de solos. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 306p, 2006.

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; Porto Alegre, Agropecuária, 360p, 2000.

FLARESSO, J. A.; GROSS, C. D.; ALMEIDA, E. D. Cultivares de milho (*Zea mays* 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. 2012.83 f.: il. **Disertação (Mestrado em Fitotecnia)**- Universidade Federal Rural do Semi-Árido- UFRS - Mossoró, 2012.

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. Jaboticabal, **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 23, n. 1, P. 21-30, 2003.

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**. *Anais...*Goiânia, Embrapa Arroz e Feijão, Documentos 113, 2002. CD-ROM.

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, 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.

MARQUELLI, 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, E. 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.; NORNBORG, J. L.; RESTLE, J.; OST, P. R. Efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho (*Zea mays* L) 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.; SOBRINHO, T. A.; 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-SP, v. 35, p. 1777-1785, 2011

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 (*Zea mays*, L.) para ensilagem visando a produção do novilho super precoce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa – MG, v. 31 n. 3 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, 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 - SP, v. 30, n. 3, 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, 2011.

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. 835-41, 2000.

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. 473-81, 2001.

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.