UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

CÂMPUS DE JABOTICABAL

PRODUTIVIDADE DO MILHO EM DIFERENTES EXPOSIÇÕES E DECLIVIDADES EM ESTAÇÃO CHUVOSA

Luiz Antonio Bonaldo Citrangulo

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Pitelli Turco
Coorientadores: Prof. Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani
Eng. Agr. Aislan de Oliveira Aguiar

Trabalho apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, para graduação em Engenharia Agronômica.

JABOTICABAL – SP

2º SEMESTRE DE 2022

Citrangulo, Luiz Antônio Bonaldo

C581p Produtividade do milho em diferentes exposições e declividades em estação chuvosa / Luiz Antônio Bonaldo Citrangulo. -- Jaboticabal, 2022

26 p.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Agronômica) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: José Eduardo Pitelli Turco

Coorientador: Carlos Eduardo Angeli Furlani

1. Produtividade do milho. 2. Declividades. 3. Radiação. 4. Excesso Hidríco. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

unesp UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL

DEPARTAMENTO: Departamento de Engenharia e Ciências Exatas

CERTIFICADO

TRABALHO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

TÍTULO: Produtividade do milho em diferentes exposições e declividades em estação chuvosa

ACADÊMICO: Luiz Antonio Bonaldo Citrangulo

CURSO: ENGENHARIA AGRONÔMICA

ORIENTADOR: Prof. Dr. José Eduardo Pitelli Turco

PERÍODO: 11/2021 À 07/2022

Este trabalho é recomendado para compor a base de dados CAPELO. ☐ Sim ☒ Não

BANCA EXAMINADORA:

	(Nomes)	(Assinaturas)
Presidente	Prof. Dr. José Eduardo Pitelli Turco	
Membro	Eng. Agr. Jamile do Nascimento Santos	
Membro	Eng. Agr. Romário Porto de Oliveira	

Jaboticabal 14 / 07 / 2022

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: / /

Chefe do Departamento
Prof. Dr. Danisio Prado Munari
Chefe do Depto. de Engenharia
e Ciências Exatas

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por toda saúde e força que me deu, agradecer imensamente aos meus pais, Reinaldo Citrangulo e Rosalba Aparecida Bonaldo Citrangulo por todo suporte dado a mim desde a infância até o presente momento, pelos ensinamentos de valores éticos e morais. Também gostaria de agradecer a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP FCAV, pela oportunidade de estudar em um dos melhores curso de Engenharia agronômica do país. Agradeço imensamente ao meu orientador Dr. José Eduardo Pitelli Turco, por toda ajuda e ensinamentos passados a mim, agradecer também aos coorientadores Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani e Eng. Agr. Aislan de Oliveira Aguiar pela ajuda concedida a mim. Agradeço também aos membros da banca avaliadora que estiveram presentes em um momento muito especial da minha vida e aos colegas, por toda ajuda e apoio durante os anos de graduação.

Sumário

RESUMO ..... **vi**

ABSTRACT ..... **vii**

1. INTRODUÇÃO **1**

2. REVISÃO DE LITERATURA 2

2.1. Cultura do Milho 2

2.2. Desenvolvimento do Milho 2

3. MATERIAL E MÉTODOS 5

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO **12**

4.1. Lâminas Aplicadas 12

4.2. Precipitação 13

4.3. Radiação solar global total recebida (MJ m^{-2} 82 $dias^{-1}$) nas superficies 16

4.4. Produtividades nas superfícies 19

5. CONCLUSÃO **23**

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 24

RESUMO

O milho é uma das culturas de grande importância no cenário agrícola mundial devido sua importante participação no setor alimentício, bem como suas exigências hídricas no decorrer do seu ciclo. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da interação entre exposição do terreno e declividades à radiação solar na produtividade da cultura do milho, em período chuvoso. O experimento foi conduzido na safra 2021/2022 no município de Jaboticabal, SP, Brasil, na FCAV/UNESP, em estrutura denominada “Bacia Hidrográfica Experimental”, utilizando superfícies caracterizadas como H (superfície horizontal), 20N e 40N (superfícies com 20 e 40% de declividade e exposição norte), 20S e 40S (superfícies com 20 e 40% de declividade e exposição sul) 20E e 40E (superfícies com 20 e 40% de declividade e exposição leste) e 20W e 40W (superfícies com 20 e 40% de declividade e exposição oeste). Foi avaliada a produtividade da cultura. Após verificação da normalidade dos dados, usou-se análise de variância pelo Teste F e, quando necessário, aplicou-se o teste de Tukey ($p<0,05$) para comparação das médias. O excesso hídrico devido às chuvas influenciou na produtividade das superfícies H, 20N, 40N, 20S, 40S, 20E, 40E, 20W e 40W.

Palavras chave: radiação solar no milho, produtividade, superfícies.

ABSTRACT

Maize is a culture with importance in global scenario due your function in food industry, as well as yours water requirements in the course of your cycle. The objective of this work was to evaluate the effect of the interaction between land slopes and exposure to solar radiation in productivity, in rainy season. The experiment was conducted in the 2021/2022 harvest in the municipality of Jaboticabal, SP, Brazil, at FCAV / UNESP, in a structure called "Experimental Watershed", using surfaces characterized as H (horizontal surface), 20N and 40N (surfaces with 20 and 40% slope and northern exposure), 20S and 40S (surfaces with 20 and 40% slope and south exposure), 20E and 40E (surfaces with 20 and 40% slope and east exposure) and 20W and 40W (surfaces with 20 and 40% slope and west exposure). Crop productivity was evaluated. After verifying the normality of the data, analysis of variance was used by the F Test and, when necessary, the Tukey test ($p < 0.05$) was applied to compare the means. The excess water due to rainfall influenced the productivity of surfaces H, 20N, 40N, 20S, 40S, 20E, 40E, 20W and 40W.

Key words: solar radiation on corn, productivity, surfaces.

1. INTRODUÇÃO

O milho (Zea mays L.) é uma cultura de grande importância econômica, sendo utilizado como alimento humano, animal e para produzir biocombustíveis. O milho ocupa a segunda posição das culturas mais produzidas no Brasil, sendo precedido pela soja.

As plantas apresentam mecanismos que possibilitam viver e até mesmo produzir sobre uma ampla faixa de umidade do solo. No entanto, quando a quantidade de água no solo for acima do exigido pela cultura, então teremos o excesso hídrico, o que pode prejudicar a plantação.

O excesso de água pode ter como origem o tipo de solo, chuvas intensas, manejo deficiente, técnicas de irrigação inadequadas bem como topografia desfavorável.

Com este trabalho o objetivo foi avaliar a produtividade do milho em superfícies com diferentes exposições e declividades em período chuvoso.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cultura do milho

O milho é um dos cereais mais importantes cultivados no mundo. É uma planta gramínea da espécie *Zea mays* L., um cereal de alta qualidade nutritiva sendo cultivada a muitos séculos. O milho está entre as gramíneas de alta importância na produção agrícola do Brasil, haja vista a significativa área cultivada. (SANTOS, 2002). Sendo cultivado nos mais diversos ambientes e climas do planeta (WERLE et al., 2011).

O milho (Zea maysL.) é um cereal de grande importância mundial pelo fato de ser utilizado tanto na alimentação humana quanto animal (SILVA et al., 2019). Se destaca em comparação a outras culturas, devido a fatores econômicos, características nutritivas e outros aspectos, assumindo grande papel socioeconômico (RODRIGUES et al.,2018).

Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (CONAB, 2022), a produtividade brasileira de milho na 1ª safra 21/22 foi de

5,461 t ha^{-1}. Entretanto, no Sudeste a produtividade agrícola foi igual a 6,278 t ha^{-1} e do estado de São Paulo 5,700 t ha^{-1}.

2.2. Desenvolvimento do milho

O potencial de uso e ocupação de determinada área dependem bastante das características ambientais do local. No caso do milho, os fatores edafoclimáticos são considerados os mais importantes para o desenvolvimento da cultura. O milho requer a interação de um conjunto de fatores edafoclimáticos apropriados para o desenvolvimento satisfatório da cultura, sendo esses fatores: água, luz, nutrientes e temperatura.

O desenvolvimento do milho é limitado por alguns fatores, dentre eles, a água, temperatura, e radiação solar (luminosidade). Por estar no grupo de plantas com metabolismo C4, o milho apresenta elevada taxa fotossintética, respondendo esse aumento na quantidade de luz com elevada produção de massa de matéria seca e grãos (EMBRAPA, 2015).

Os aspectos topográficos como a declividade do solo em conjunto com outros fatores da superfície do solo produzem uma variedade de situações ambientais, tais como: gradientes de umidade no solo entre o topo e a base da vertente; favorecimento do transporte de partículas de solo ao longo do perfil; interferência na organização vertical do dossel, ocasionando variações nos ângulos de penetração e distribuição de luz (PARRON, 2004).

Além desses aspectos topográficos que exercem determinada influência na condição da qualidade física e química do solo, atributos climatológicos afetam o desenvolvimento e produtividade como a radiação solar, temperatura e umidade.

A determinação da radiação solar, segundo Coan (2012), bem como sua correlação com outros processos fisiológicos se tornam importantes pra entender a expectativa de produção vegetal e ainda estabelecer critérios que nos permitem gerar novas propostas de manejo.

O milho necessita que os índices dos fatores climáticos, especialmente a temperatura, a precipitação pluviométrica e o fotoperíodo, atinjam níveis considerados ótimos, para que o seu potencial genético de produção se expresse ao máximo (EMBRAPA, 2015).

A precipitação pluvial é o fator climático que mais interfere no crescimento, desenvolvimento e no rendimento agrícola do milho. (CARVALHO et al., 2013).

O milho é uma cultura sensível ao alagamento. Somente no sul da Ásia,15% das plantações de milho são afetadas por encharcamento e, na Índia, o excesso de água é o segundo fator de estresse depois do déficit hídrico (EMBRAPA 2015).

3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no período de safra, com semeadura em 07 de dezembro de 2021 e colheita em 10 de março de 2022, em área experimental do Departamento de Engenharia e Ciências Exatas da FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, situada a 22º15’22”de latitude Sul, 48º18’58” de longitude Oeste e altitude de 575 m, em uma estrutura denominada “Bacia Hidrográfica Experimental” Figura 1 A e B, descrita com detalhes por Turco et al., (1997). O clima de acordo com a classificação de Köppen é do tipo Cwa.





Figura1. Bacia Hidrográfica Experimental, Jaboticabal-SP **(A e B).**

Nessa estrutura foi realizado o experimento em superfícies de 10,5 m^2, caracterizadas como H (superfície horizontal), 20N (superfície com 20% de declividade e exposição norte), 40N (superfície com 40% de declividade e exposição norte), 20S (superfície com 20% de declividade e exposição sul), 40S (superfície com 40% de declividade e exposição sul), 20E (superfície com 20% de declividade e exposição leste), 40E (superfície com 40% de declividade e exposição leste), 20W (superfície com 20% de declividade e exposição oeste), 40W (superfície com 40% de declividade e exposição oeste).

Os dados meteorológicos referentes a todo o período de condução do experimento foram obtidos em uma estação meteorológica automática da marca Davis Instruments. A estação encontra-se equipada com um sistema de aquisição de dados (Vantage Pro Plus Wireless), onde: a medida da radiação solar global foi realizada com um sensor (Standard - modelo 6450); a temperatura e a umidade relativa do ar (sensor externo - modelo 7859); a velocidade do vento (anemômetro Standard - modelo 7911), e a precipitação pluviométrica (pluviômetro - modelo 7852, Rain Collector). Os sensores de radiação solar, temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica foram colocados a 1,5 metros acima da superfície gramada e os sensores de velocidade do vento, a 2 metros da superfície gramada.

A radiação solar global em cada superfície foi estimada por meio da radiação solar global medida na horizontal, pela metodologia de Kondratyev (1977).

A quantidade de água aplicada nas superfícies foi determinada em função dos valores da ETo, obtidos pelo método de Penman-Monteith (Allen et al., 2006).

Equação do Penman-Monteith (PM)

$$ETo_{PM} = \frac{0{,}409\,\Delta\,(Rn - G) + \gamma \left(\frac{900}{T + 273}\right) v\,(e_s - e)}{\Delta + \gamma\,(1 + 0{,}34\,v)} \quad (1)$$

Em que,

ETo$_{PM}$ - evapotranspiração de referência, em gramado, mm d^{-1};

Rn - radiação líquida, MJ m^{-2} d^{-1};

G - fluxo de calor no solo, MJ m^{-2} d^{-1};

T - temperatura média do ar, ºC;

V - velocidade média do vento a 2m de altura, m s^{-1};

(e_s - e) - déficit de pressão de vapor, kPa;

Δ - curva de pressão de vapor, kPa ºC^{-1};

γ - constante psicrométrica, kPa $^{o}C^{-1}$;

900 - fator de conversão.

O método de Penman-Monteith foi corrigido para cada superfície pelo método desenvolvido por Turco et al. (2012), com o uso do coeficiente da cultura (Kc) inseridos ao longo do ciclo da cultura (0,3; 1,2 e 0,35).

$$ET_c = ET_0 K_c \quad (2)$$

Em que:
ETc - evapotranspiração da cultura (mm d^{-1});
ET_o - evapotranspiração de referência (mm d^{-1});
Kc - coeficiente da cultura.

A irrigação foi efetuada nas superfícies com turno de rega de sete dias.

A irrigação, do tipo gotejamento, em cada superfície foi realizada por meio da instalação de seis mangueiras de 3,5 m de comprimento, perfuradas a cada 20 cm, em toda a sua extensão.

O sistema de irrigação, do tipo gotejamento possui um reservatório que é alimentado pelo sistema de abastecimento da FCAV/UNESP e uma casa de bombas que possui uma bomba d'água que está acoplado um motor de indução trifásico de 1/3 cv.

Ao final do experimento foi realizada a colheita no dia 10/03/2022. Todos os grãos foram pesados e a produtividade calculada através do peso em três repetições.

A área útil das parcelas, as quais foram realizadas as avaliações, foi de 4,5 m^2, considerando 3 linhas de cultivo em cada superfície de área descrita mencionada acima.

As espigas foram debulhadas através de debulhadora mecânica no Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola (LAMMA) do Departamento de Engenharia e Ciências Exatas da FCAV. Após debulha, os grãos foram pesados em balança de precisão com posterior ajuste do peso para a umidade (b.u.) de 13% seguindo as regras de Análise de Semente, onde os resultados foram obtidos pela seguinte equação:

$$P = i * \frac{(100 - U)}{(100 - 13)} \quad (3)$$

Em que,

P = massa de grãos a 13 % de umidade, em kg;

U = teor de água atual dos grãos, em %;

I = massa inicial da amostra.

Após transformar a massa dos grãos à base de 13 %, a produção de grãos foi transformada em kg ha^{-1}.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F seguido da aplicação do teste de Tukey ($p<0,05$).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Lâminas Aplicadas

A Tabela 1 apresenta as lâminas de d'água recebida pela cultura em cada superfície. A lâmina total recebida pelas superfícies H, 20N, 40N, 20S, 40S, 20E, 40E, 20W e 40W, foi 28,3, 28,11, 24,74, 21,73, 20,06, 28,76, 26,41, 21,32 e 21,87, respectivamente.

Tabela 1. Lâmina aplicada (mm) em cada superfície.

Data	Superfícies								
	H	20N	40N	20S	40S	20E	40E	20W	40W
17/1/22	1,89	1,84	1,01	0,27	---	2,00	1,43	0,15	0,31
24/1/22	20,60	20,48	18,42	16,57	15,43	20,88	19,44	16,26	16,66
21/2/22	5,81	5,78	5,31	4,89	4,63	5,87	5,54	4,82	4,91

4.2. Precipitação.

As precipitações nas superfícies no período de condução do experimento, são apresentados nas Figuras 2, 3, 4, e 5. A quantidade total de água proveniente das chuvas foi de 563 mm. A quantidade de água consumida por plantas de milho durante o seu ciclo está em torno de 600 mm (EMBRAPA 2015). A quantidade água proveniente de chuvas neste trabalho foi a necessária para o desenvolvimento da cultura, mas a frequencia da mesma não foi tendo água no solo acima do exigido pela cultura, prejudicando o desenvolvimento da mesma.

As culturas sofrem interferência direta das variações ambientais que ocorrem ao longo do ciclo de cultivo. O ciclo da cultura, assim como os processos fisiológicos, sofre influência direta do clima (precipitação, radiação solar e temperatura) e dos parâmetros físico-químicos do solo (disponibilidade hídrica e nutrientes), fatores estes que geram parâmetros para serem correlacionados com os diferentes terrenos, para observar a alteração na produtividade (BRUNINI, 2017).

O encharcamento ou alagamento intermitente (saturação hídrica temporária do solo) é um dos estresses abióticos de maior impacto na sobrevivência de plantas em muitas regiões do mundo. Solos com quantidades excessivas de água apresentam como característica problemas na aeração, o que leva à condição de baixa (hipoxia) ou nenhuma (anoxia) concentração de oxigênio. Sem oxigênio nas raízes, a respiração mitocondrial é bloqueada e a

produção de energia fica restrita à fermentação com um rendimento de 2 ATPs. Além disso, a hipoxia diminui a condutividade hidráulica e afeta as aquaporinas, diminuindo a absorção de água e de nutrientes da raiz, além de diminuir a fotossíntese (EMBRAPA 2015)

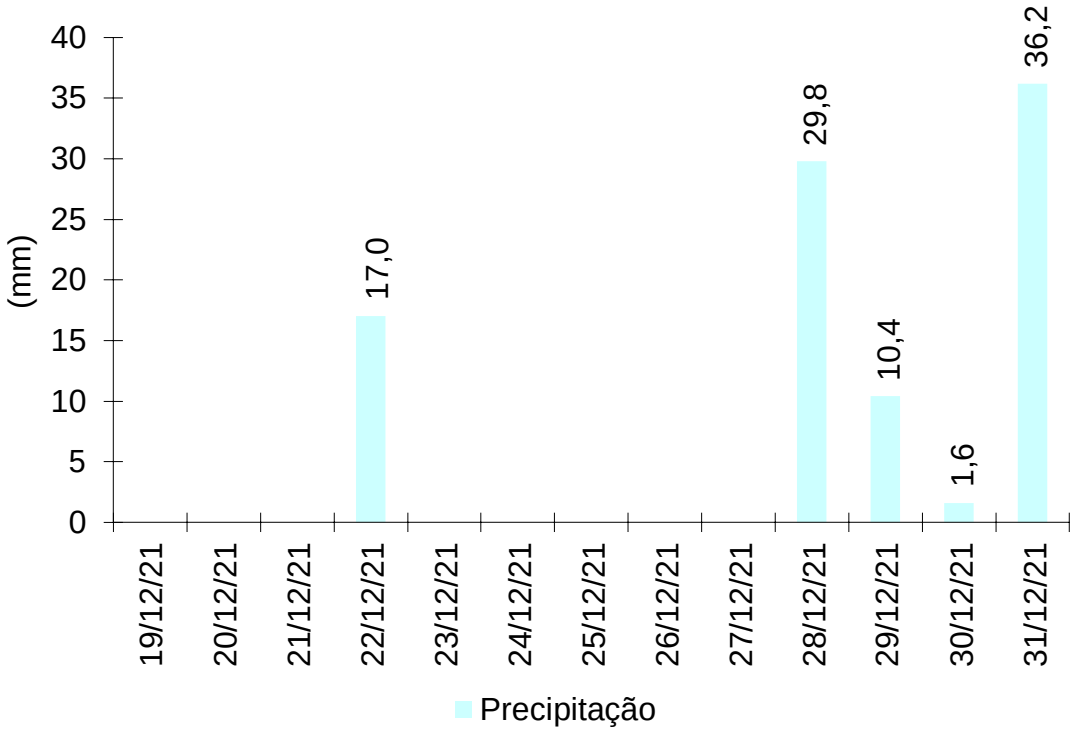


Figura2. Precipitação nas superfícies em dezembro de 2021.

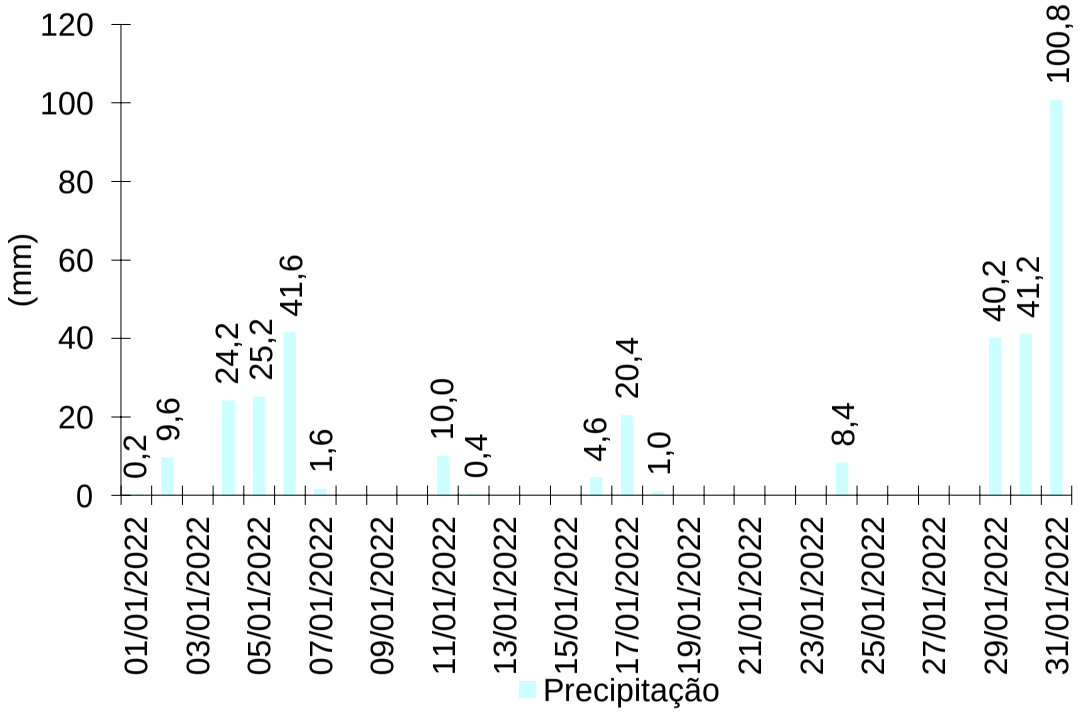


Figura3. Precipitação nas superfícies em janeiro de 2022.

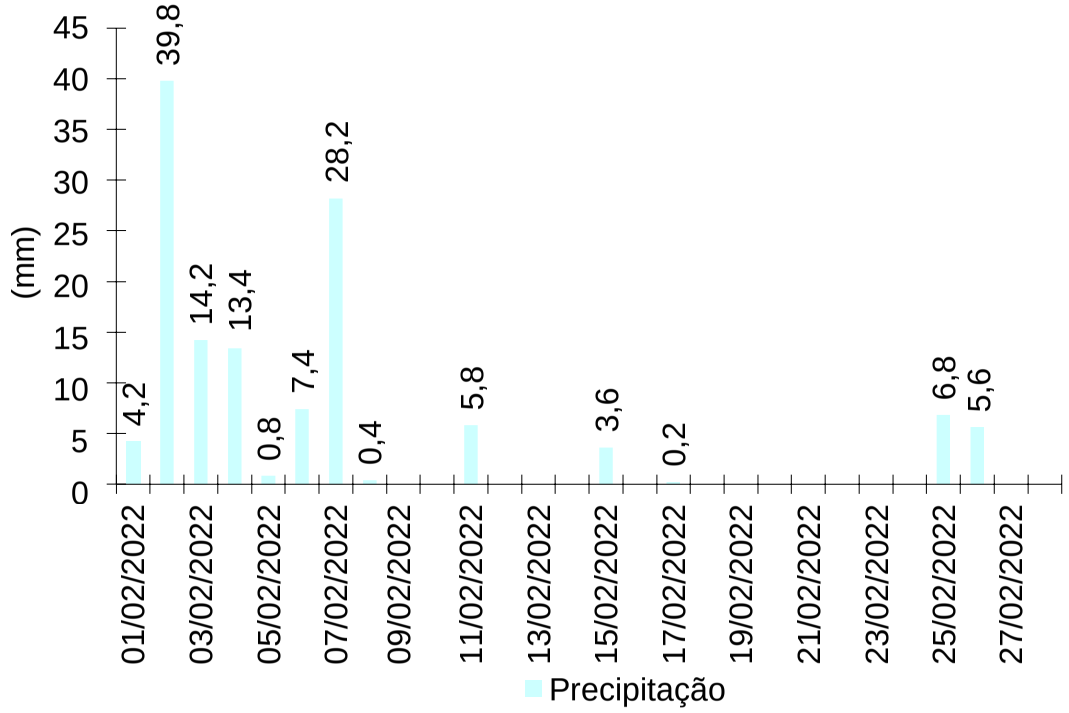


Figura4. Precipitação nas superfícies em fevereiro de 2022.

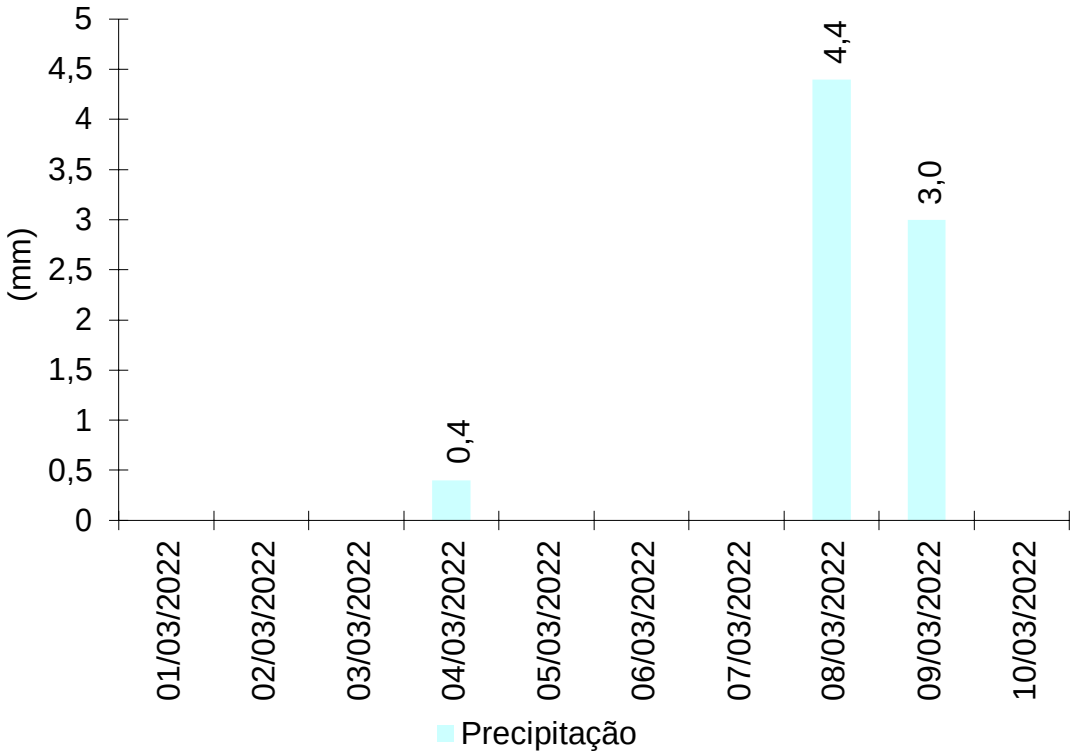


Figura5. Precipitação nas superfícies em março de 2022.

4.3. Radiação solar global total recebida (MJ m^{-2} 82 $dias^{-1}$) nas superfícies

Nas Figuras 6 e 7 observa-se radiação solar global recebida (MJ m^{-2} 82 $dias^{-1}$) pela cultura nas superfícies. A superfície que recebeu maior quantidade de radiação solar global durante o experimento foi H e a menor a 40N.

Os dados de Radiação Solar Global obtidos neste trabalho corroboram com Coan et al. (2012), que áreas em que variam a declividade do terreno, ocorre variação na radiação total recebida durante o ciclo das culturas, devido a forma como estão expostas aos pontos cardeais terrestres (norte-sul, leste-oeste) e ao movimento da Terra em relação ao sol.

Segundo Bergamashi (2004), o milho pertence ao grupo de plantas com metabolismo fotossintético do tipo C4, que se caracteriza pelo elevado potencial produtivo. Sua elevada produtividade ocorre quando a máxima área foliar coincidir com a maior disponibilidade de radiação solar.

A radiação total recebida durante o ciclo da cultura nas superfícies estudadas (Figuras 6 e 7) não foram adequadas para o desenvolvimento do milho devido às chuvas intensas que ocasionaram tempos nublados e parcialmente nublados. Os dados de radiação solar obtidos neste trabalho nas superfícies H, 20N, 40N, 20S, 40S, 20E, 40E, 20W e 40W não corroboram com os obtidos por Oliveira (2020). Provavelmente por ter ocorrido problemas com a radiação solar recebida nas mesmas devido às chuvas intensas durante o ciclo da cultura.

O período de crescimento e desenvolvimento do milho é limitado pela água, pela temperatura e pela radiação solar, ou luminosidade. A cultura do milho necessita que alguns índices dos fatores climáticos, especialmente a temperatura, precipitação pluviométrica e o fotoperíodo, atinjam níveis ótimos, para que o potencial genético de produção da cultura se expresse ao máximo.

A radiação solar é um dos parâmetros de extrema importância para a planta de milho, sem a qual o processo fotossintético é inibido e a planta é impedida de expressar o seu máximo potencial produtivo. Grande parte da matéria seca do milho, cerca de 90%, provém da fixação de CO_2 pelo processo fotossintético. O milho é uma planta do grupo C4, altamente eficiente na

utilização da luz. Uma redução de 30% a 40% da intensidade luminosa, por períodos longos, atrasa a maturação dos grãos ou pode ocasionar até mesmo queda na produção.

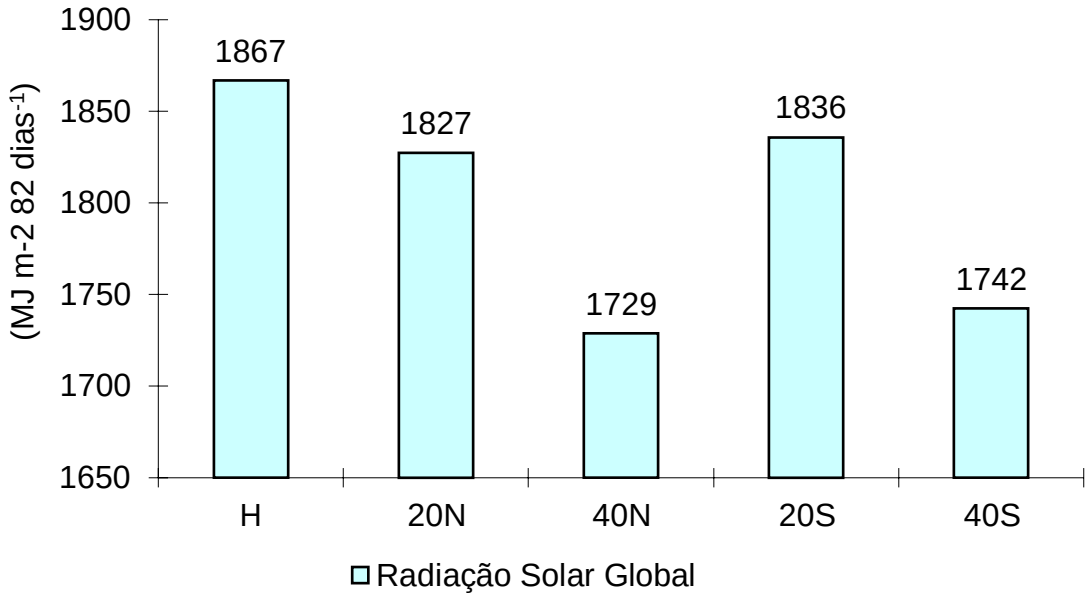


Figura 6. Radiação solar global acumulada nas superfícies H, 20N, 20S,40N e 40S.

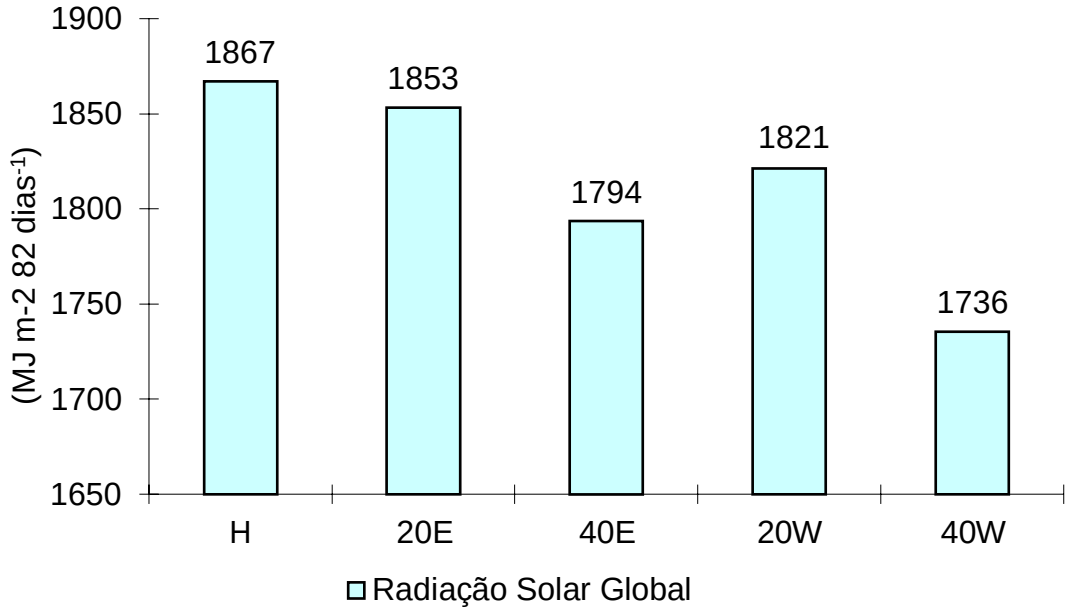


Figura 7. Radiação solar global acumulada nas superfícies H, 20E, 40E, 20W, e 40 W.

4.4. Produtividade nas superfícies

Na Tabela 2 encontra-se o teste de médias de Tukey para a variável produtividade (Kg ha^{-1}). A variável das superfícies H, 20S - 20E, 40S - 20W, 40W, 20N, 40E e 40N, se diferenciaram significativamente. Quanto a variável das superfícies 20S - 20E e 40S - 20W não foi verificada nenhuma diferença significativa.

A superfície que teve a maior produtividade foi a H e a menor foi a 40N (Tabela 2). A maior produtividade está relacionada à quantidade de radiação incidente na cultura e o aproveitamento dela por parte da cultura do milho, convertendo em foto assimilados e, posteriormente, em grãos. Na superfície H, o aproveitamento da radiação incidente foi maior. A superfície 40N recebeu

menores quantidades de radiação e este fato, pode ter influenciado no desenvolvimento e, consequentemente, a produtividade (Figuras 8 e 9).

Tabela 2. Produtividade média do milho (Kg ha^{-1}), Jaboticabal, SP, 2021/2022.

Superfícies	Produtividade (Kg ha^{-1})
Declividade - 0%	4.263,78 a
Norte - 20%	2.798,47 e
Norte - 40%	1.951,15 g
Sul - 20%	3.719,63 b
Sul - 40%	3.432,78 c
Leste - 20%	3.641,89 b
leste - 40%	2.324,28 f
Oeste - 20%	3.338,73 c
Oeste - 40%	3.078,31 d

Médias seguidas de letras distintas, diferem entre si, pelo teste de Tukey (P < 0,05). CV= 5,30%.

O trabalho desenvolvido é semelhante ao de Oliveira (2020), obtendo-se produtividades menores para as superfícies H, 20N, 40N, 20S, 40S, 20E, 40E, 20W e 40W. Provavelmente foi devido a ter ocorrido excesso hídrico devido às chuvas.

Superfícies com diferentes exposições e declividades recebem diferentes quantidades de radiação solar, a qual é o fator primário que condiciona os elementos climatológicos e fisiológicos relacionados ao crescimento e estabelecimento das culturas. A quantificação da radiação incidente em diversas situações e o entendimento de seu efeito no

funcionamento de vários processos fisiológicos são fundamentais para estabelecer uma expectativa de produção vegetal e, também, para que se possam propor práticas de manejo que possibilitem o melhor aproveitamento deste e de outros recursos (COAN, 2012).

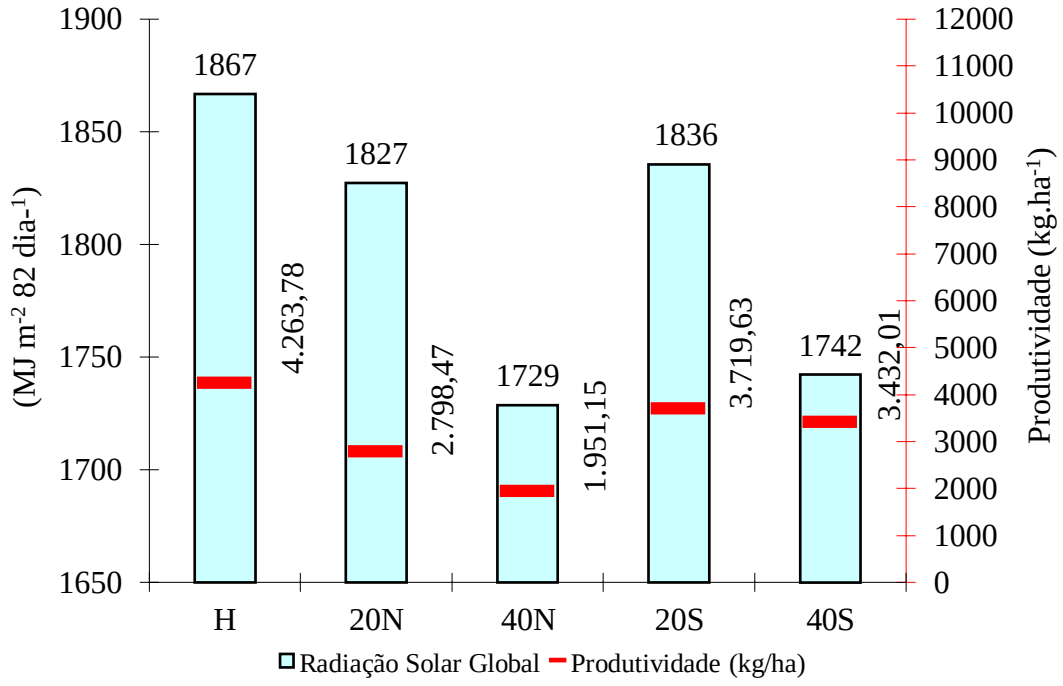


Figura 8. Radiação solar global acumulada e produtividade nas superfícies H, 20N, 20S,40N e 40S.

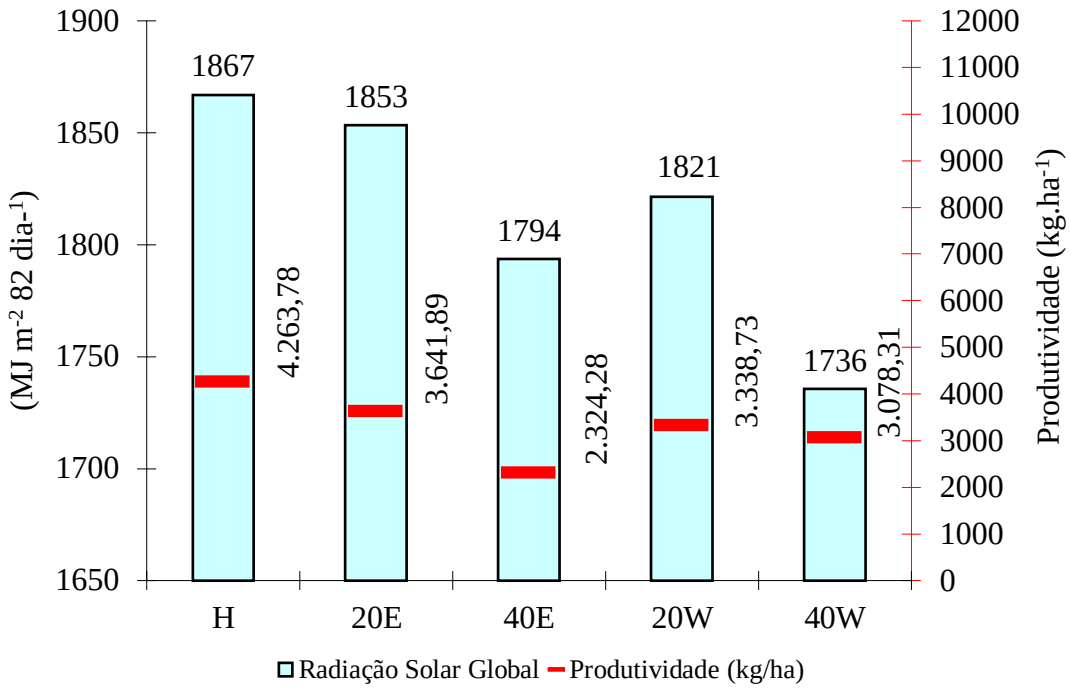


Figura 9. Radiação solar global acumulada e produtividade nas superfícies H, 20E, 40E, 20W, e 40 W.

5. CONCLUSÃO

A produtividade das superfícies foi afetada pela radiação solar global recebida e pelo excesso hídrico devido às chuvas. A superfície que teve a maior produtividade foi a H e a menor foi a 40N.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Evapotraspiration del cultivo**: guias para la determinación de los requerimientos de água de los cultivos. Roma: FAO, 2006. 298 p. (Estúdio Riego e Drenaje, Paper 56).

CARVALHO, A. L.; SOUZA, J. L.; LYRA, G. B.; SILVA, E. C. Estação chuvosa e de cultivo para a região de Rio Largo, Alagoas baseada em métodos diretos e sua relação com o El Niño – Oscilação Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v.28, n.2, p. 192 - 198, 2013.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**., v.7, n.3, p. 69-77, 2019.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira: grãos, Safra 2021/2022, 10º levantamento**. Brasília, DF, v. 9, n. 10, p. 1-88, 2022. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos. Acessado em: 18 julho. 2022.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G.A.; BERGONCI, J.I.; BIANCHI, C.A.M.; MÜLLER, A.G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B.M.M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília,v. 39, n. 9, p. 831-839, set. 2004.

BRUNINI, R. G. **Índices de estresse hídrico em cana-de-açúcar nas diferentes fases de desenvolvimento.** Tese (doutorado). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal/SP. 2017. 97p

COAN, R. M.; TURCO, J. E. P.; PIVETTA, K. F. L.; COSTA, M. N.; MATEUS, C. M. Emerald zoyzia grass development regarding photosynthetically active adiation in different slopes. **Engenharia Agrícola. Jaboticabal,** v. 32, n. 3, 2012.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo do Milho – Sistemas de Produção Embrapa**. 331p, 2015. Disponível em:

https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_state=normal&p_p_col_id=column-1&p_r_p_-996514994_topicoId=3718&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3821&p_p_lifecycle=0&p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_col_count=1&p_p_mode=view

KONDRATYEV, K.Y. **Radiation regime of inclined surfaces**. Genebra, Suécia, World Meteorological Organization, 1977. 82p. (Technical note, n.152).

OLIVEIRA, J. L. P. **Influência da declividade e exposição no desenvolvimento do milho (Zea mays L.).** Dissertação (mestrado). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal/SP. 2020. 47p.

PARRON, L. M. **Aspectos da ciclagem de nutrientes em função do gradiente topográfico, em uma mata de galeria no Distrito Federal**. p.7.Universidade de Brasília, Brasília abr 2004.

RAIJ, V. B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA O ESTADO DE SÃO PAULO. **BOLETIM TÉCNICO Nº 100 2ª edição revisada e atualizada.** Boletim Técnico, IAC. Campinas, SP. 285p. 1997.

RODRIGUES, V. S.; SOUSA, G.G.; SARAIVA, S. E. L.; CARDOSO, E.R.C.; PEREIRA FILHO, J.V.; VIANA, T.V.A. Atributos químicos do solo em área cultivada com milho sob irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza. v.12, n.27, p.3129-3138, 2018.

SANTOS, A.O.; PRADO, H., Análise de interações solo-planta-clima em zonas diferenciadas de área de cultivo de milho, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p 101–106, 2002.

SILVA, S.; SOARES, M. A. S.; NASCIMENTO, R.; TEODORO, I.; SILVA, C. A.; COSTA, C. T. S.; CARDOSO, J. A. F.; FERREIRA JUNIOR, R. A.; LYRA, G. B.; MORAIS, M. A. F.; MOURA, A. H. Physiological and productive responses of maize submitted to irrigation depths at diferente seasons of cultivation. **International Journal of Development Research**, v. 09, n. 12, p. 32529-32536, 2019.

TURCO, J. E. P.; PINOTTI JUNIOR, M.; RODRIGUES, T. J. D.; FERNANDES, E. J. Desenvolvimento da cultura de soja em terrenos com diferentes exposições e declividades. **Engenharia Agricola**, v.17, n.2, p.21-28, 1997.

TURCO, J. E.; MILANI, A. P.; FERNANDES, E. J. Adequacy of the Penman-Monteith method to irrigated surface with different exposures and declivity. In: International Conference of Agricultural Engineering. 2012. **Anais…** Valencia: CIGR – AGENG 2012. CD Rom.

WERLE, A.J.K.; NICOLAY, R.J.; SANTOS, R.F.; BORSOI, A.; SECCO, D. Avaliação de híbridos de milho convencional e transgênico (Bt), com diferentes aplicações deinseticida em cultivo safrinha. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v. 4, n. 1, p. 150–159, 2011.