



VIABILIDADE ECONÔMICA DA IRRIGAÇÃO DO MILHO-VERDE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA DA REDE DE ENERGIA ELÉTRICA DE ALTA TENSÃO

G. S. França Silva¹, E. A. Sousa Ribeiro², A. L. Lopes Brasil³, F. E. Pinto Mousinho⁴

RESUMO: O presente trabalho teve por objetivo avaliar a viabilidade econômica da irrigação do milho-verde em função do custo de implantação da rede elétrica dada pela distância da área irrigada à rede de alta tensão, considerando diferentes sistemas de irrigação (gotejamento superficial, gotejamento subsuperficial e aspersão convencional) para a região de Teresina-PI. Foi conduzido um experimento utilizando milho-verde (híbrido AG1051) na área experimental do Colégio Técnico de Teresina no período de novembro de 2015 a janeiro de 2016. Foram estimados os custos de produção do milho verde para cada situação, incluindo os custos da rede elétrica e dos diferentes sistemas de irrigação. Utilizando-se o rendimento médio de espigas para cada condição e preço médio por espiga praticado na região foram estimadas as receitas líquidas considerando a possibilidade de cultivo de 1 a 4 ciclos por ano para o cultivo de até 2 hectares. Para cada condição foi estimada a distância da rede elétrica de alta tensão que inviabiliza o cultivo irrigado do milho verde em Teresina-PI. A distância da rede elétrica de alta tensão pode inviabilizar a produção do milho verde na zona rural do município de Teresina-PI. O uso do sistema de irrigação por gotejamento superficial proporcionou as maiores distâncias da rede elétrica viáveis para a produção do milho verde.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea Mays* (L.), custo de energia, rede elétrica.

ECONOMIC FEASIBILITY OF GREEN MAIZE IRRIGATION IN FUNCTION OF THE DISTANCE OF THE HIGH VOLTAGE ELECTRICITY NETWORK

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the economic viability of maize-green irrigation as a function of the cost of electric network implantation given by the distance from the irrigated area to the high voltage network, considering different irrigation systems (surface drip, subsurface drip and sprinkler Conventional) for the region of Teresina-PI. An

¹ Mestranda, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Caixa Postal, CEP, UFPI, Teresina - Piauí. Fone: (86) 3215-5753, Email: gabriela-sabrine@hotmail.com

² Mestrando PPGA/UFPI, Teresina - Piauí.

³ Mestranda PPGA/UFPI, Teresina - Piauí.

⁴ Prof. Doutor CTT/UFPI, Teresina - Piauí.

experiment was conducted using corn-green (hybrid AG1051) in the experimental area of the Technical College of Teresina from November 2015 to January 2016. The production costs of green maize were estimated for each situation, including the costs of the power grid and the different irrigation systems. Using the average ear yield for each condition and the average price per spike practiced in the region, net revenues were estimated considering the possibility of growing 1 to 4 cycles per year for the cultivation of up to 2 hectares. For each condition, the distance from the high voltage grid was estimated, which makes the green corn irrigation in Teresina-PI unfeasible. The use of the drip irrigation system provided the largest viable electricity distances for the production of green maize.

KEYWORDS: *Zea Mays* (L.), Energy cost, Electrical network.

INTRODUÇÃO

Em função do valor nutritivo e dos altos rendimentos alcançados, o milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais cultivados no mundo, assumindo grande importância social e econômica (ANDRADE JÚNIOR et al., 2006). A busca de tecnologia para obter maior produtividade de grãos tem aumentado o interesse pela irrigação, possibilitando aos agricultores a obtenção de maiores rendimentos, especialmente em locais e épocas em que a distribuição de chuvas não ocorre uniformemente. Segundo Oliveira et al. (2012), a cultura do milho direcionada para a comercialização de espigas verdes no período de entressafra demanda um sistema de produção mais tecnificado com a utilização da irrigação que desempenha papel de suma importância, estando entre os fatores que mais influenciam a produtividade dessa cultura.

Neste sentido é sabido que o desenvolvimento agrícola está diretamente ligado à disponibilidade de energia. No Brasil, nos últimos anos ocorreram programas de eletrificação rural propostos pelo governo federal, entre eles o Luz para Todos, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia, cujo objetivo é levar energia elétrica para todas as comunidades do Brasil (SILVEIRA, 2010).

Diante do cenário de crise atual vivida pelo Brasil, constata-se uma significativa parcela da população que ainda não é atendida pela rede de distribuição de energia elétrica, mesmo de alta tensão, principalmente a população de zonas rurais remotas de baixo poder econômico.

Atualmente, há uma grande preocupação em diminuir os custos de produção, com o objetivo de aumentar a rentabilidade da atividade agrícola, tornando-se um grande desafio da agricultura irrigada. Este fato não se baseia apenas na acentuada elevação do custo da energia verificada nos últimos anos, mas principalmente, na proporção das áreas irrigadas, por meio do

sistemas caracterizados por elevado consumo energético (RIZZATTI, 2007).

Na zona rural do município de Teresina, ainda há comunidades produtoras de milho verde que ainda não possuem acesso a energia elétrica, devido a rede de alta tensão está em distâncias consideráveis. O investimento está diretamente relacionado a extensão da rede elétrica e sua instalação é necessária para suprir o consumo energético de um sistema de irrigação que suplete a demanda hídrica da cultura. Neste sentido, existe um comprimento máximo que a extensão da rede elétrica pode chegar no qual o seu custo não inviabilizam esta atividade produtora, variando conforme o número de ciclos, da área e do sistema de irrigação utilizados. Em vista disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade econômica da irrigação do milho-verde em função do custo de implantação da rede elétrica dada pela distância da área irrigada à rede de alta tensão, considerando diferentes sistemas de irrigação (gotejamento superficial, gotejamento subsuperficial e aspersão convencional) para a região de Teresina-PI.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado um experimento com o objetivo de disponibilizar dados dos custos da cultura do milho verde nos três sistemas de irrigação utilizados neste trabalho, no período de novembro de 2015 a janeiro de 2016, na área experimental do Colégio Técnico de Teresina (CTT) da Universidade Federal do Piauí, Campus Socopo, no município de Teresina/PI, (05° 05' 21" S; 42° 48' 07" W e 74 m de altitude).

O clima do município, de acordo com a classificação climática de Thornthwaite e Mather (1955) é C1sA'a'. As chuvas se concentram entre os meses de janeiro e abril, com precipitação média de 1393,2 mm, temperatura média do ar de 27,1 °C e umidade relativa média do ar de 70% (INMET, 2009). O solo da área experimental é do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico, textura arenosa e relevo suave ondulado (CORDEIRO, 2003).

A área experimental de 0,064 ha foi cultivada com a cultura do milho, híbrido duplo, semiprecoce AG – 1051. O ciclo da cultura nas condições experimentais foi concluído em 77 dias. Foram utilizados o sistema de irrigação por gotejamento superficial e subsuperficial com comprimento de 10 m e emissores espaçados de 0,2 m, operando com uma vazão de 1,6 L h⁻¹ e pressão de 9 mca com uma linha de tubo gotejador por fileira de plantas, além da testemunha utilizando-se aspersão convencional com aspersores espaçados em 12 m, vazão de 597 L h⁻¹ funcionando a uma pressão de 20 mca, considerando o valor da eficiência deste sistema de 75%.

A semeadura foi realizada utilizando-se uma semente por cova (0,75 x 0,33m), resultando

em uma população de aproximadamente 44444 plantas ha⁻¹. O controle das plantas invasoras foi realizado por meio de capinas manual e uma aplicação de herbicida seletivo para a cultura do milho com princípio ativo tembotriona. O controle de insetos pragas e doenças foi realizado por meio de uma aplicação de inseticidas com princípio ativo deltametrina. A adubação foi realizada de acordo com o resultado da análise química do solo e a necessidade da cultura.

O tempo de irrigação foi calculado em função da evapotranspiração da cultura, considerando a intensidade de aplicação de água de cada sistema, sendo 4,14 mm h⁻¹ e 16 mm h⁻¹ para o sistema de irrigação por aspersão e gotejamento, respectivamente. Para o cálculo da lâmina bruta considerou-se a eficiência do sistema de irrigação por aspersão convencional de 75% e irrigação por gotejamento 90%.

Para obtenção do rendimento considerou-se somente o número de espigas verdes comerciais. O custo de produção (R\$ ha⁻¹) foi estimado de acordo com cada tratamento incluindo o custo do sistema de irrigação e o da água.

Devido à atual gestão dos recursos hídricos no estado do Piauí praticamente todos os estabelecimentos rurais enquadram-se na classe rural de consumo, na qual não incide a cobrança de tarifa de demanda, sendo o custo da água estimado por meio do custo de energia consumida para os dois diferentes sistemas de irrigação, gotejamento e aspersão. Nesse caso seria a energia elétrica gasta para que o sistema de irrigação fosse capaz de aplicar a lâmina requerida pela cultura durante todo o seu ciclo. Com isso, o custo da energia elétrica para um ciclo de cultivo foi estimado pela equação adaptada de Frizzone (2005).

O valor da tarifa de consumo utilizado para estimativa do custo da energia elétrica (CE) foi obtido junto à Companhia Energética do Piauí (Eletrobrás – Piauí) no mês de janeiro de 2016 (0,405274 R\$ kWh⁻¹). O valor da altura manométrica utilizada (15 m e 35 m) representa uma situação hipotética representativa da maioria dos sistemas de irrigação por gotejamento e aspersão convencional, respectivamente, instalados no estado do Piauí.

O custo fixo anual (CF) referente à implantação do sistema de irrigação e instalação da rede elétrica de alta tensão (Equação 2) foram estimados por meio do fator de recuperação de capital, considerando a taxa de juros de 11,35% a.a. e os dados apresentados na tabela a seguir:

Tabela 1. Investimento, vida útil, Valor residual e manutenção da rede elétrica e dos sistemas de irrigação de gotejamento superficial, subsuperficial e de aspersão, utilizados para o cálculo do custo fixo anual.

	Rede elétrica	Got. Superficial	Got. Subsuperficial	Aspersão
Investimento	(Eq. 1)	R\$ 6855,49/ha	R\$ 20869,97/ha	R\$ 4918,39/ha
Vida útil	30	3	10	15
Valor residual	80%	28%	9%	79%
Manutenção	5%	5%	5%	5%

Os valores do investimento da rede elétrica foram obtidos por pesquisa em empresas locais que atuam na instalação de rede elétrica de alta tensão no município de Teresina - PI, incluindo custos com mão de obra, materiais, hora/máquinas e transporte, baseado nestas informações foi estimada uma equação que represente o valor do investimento em função do comprimento da rede elétrica (Equação 1).

$$I = 28483d^{0,867} \quad (1)$$

Em que:

I - Investimento, R\$;

d - Comprimento da rede elétrica, km.

O preço médio da espiga comercial de milho-verde e dos insumos utilizados foi obtido de acordo com os valores praticados na região no período de janeiro de 2016, sendo que o preço da espiga comercial de milho-verde utilizado foi de R\$ 0,50 por espiga.

As receitas líquidas (RL) esperadas com o cultivo do milho-verde irrigado foram estimadas a partir dos rendimentos obtidos para cada sistema de irrigação, com a possibilidade de cultivo de um a quatro ciclos por ano.

Baseado em todos os custos de rendimento, nos custos de produção e na receita líquida foi estimado, para cada caso, a distância da rede elétrica de alta tensão que torna a atividade economicamente viável, considerando a possibilidade de diferentes números de ciclos por ano para áreas cultivadas de até 2 hectares. Para isso, utilizou-se função Atingir meta da planilha eletrônica Microsoft Office Excel 2013, a fim de obter simulações para áreas de plantio de até 2 hectares. Para cada situação foi estimado os resultados para 1, 2, 3 e 4 ciclos por ano.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distância máxima da rede elétrica que tornou a receita líquida positiva foi maior ao adotar o sistema de gotejamento superficial em todos os casos, exceto na condição de 1 ciclo por ano em área de plantio de 0,5ha que o custo da rede elétrica inviabilizou a produção do milho. Resultado semelhante foi proporcionado pelo gotejamento subsuperficial, para mesma área de 0,5 ha, tanto cultivando 1 ciclo como 2 ciclos por ano.

A distância máxima da rede elétrica para que a receita líquida seja positiva, a área, o número de ciclos e o sistema de irrigação adotados estão apresentados nos gráficos da **Figura 1**.

Quando adotou-se o cultivo do milho verde somente um ciclo por ano (Figura 1.A) e área

de 0,5 hectares, a aspersão convencional foi o único sistema que não inviabilizou a instalação da rede elétrica desde que a distância desta não ultrapasse 0,23 quilômetros. Para os demais tamanhos de área com um ciclo por ano, a testemunha apresentou o melhor desempenho, permitindo que a distância da rede elétrica de alta tensão seja de 2,4 km, 4,57 km e 6,74 km para área de cultivo de 1, 1,5 e 2 ha, respectivamente.

Isso mostra que há um aumento da distância máxima da rede elétrica que torna a atividade viável com o aumento da área de cultivo. Para o gotejamento subsuperficial com 1 ciclo por ano (Figura 1.A), por exemplo, adotando uma área de 0,5 ha tornou-se inviável a atividade de produção de milho verde. No entanto, em uma área de 1 ha já torna viável a atividade para distância da rede elétrica de até 0,66 km. Adotando-se área de cultivo de 1,5 e 2 ha, essa distância não pode ultrapassar a 2,54 e 4,42 km, respectivamente para que a receita líquida da atividade econômica continue positiva.

O sistema que apresentou as menores distância da rede elétrica viável para a produção do milho verde foi o de gotejamento subsuperficial, que em área de 2 hectares e 4 ciclos por ano (Figura 1.D) a rede elétrica pode se encontrar a 24 quilômetros. Isso pode ser proporcionado pelo alto custo do sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial e ao grande número de linhas de tubos gotejadores. Enquanto isso, com a adoção do gotejamento superficial proporcionou viabilidade para a atividade com a distância da rede elétrica de alta tensão a 31,47 km, seguido do sistema de aspersão convencional com 28,36 km, para as mesmas condições de área e número de ciclo por ano.

Pode-se observar que quanto maior o número de ciclos por ano, para qualquer sistema de irrigação e área adotados, maior pode ser a distância em que a rede elétrica se encontra sem inviabilizar a atividade produtora. Para a aspersão, por exemplo, adotando-se 1 ciclo por ano (Figura 1.A), obteve-se distância máxima viável de 6,74 km em área de cultivo de 2 ha. Já para 2 ciclos por ano (Figura 1.B) essa distância passou para 13,95 km, aumento que foi proporcionado também ao adotar 3 (Figura 1.C) e 4 ciclos por ano (Figura 1.D), que proporcionaram viabilidade com a distância da rede elétrica de 21,16 e 28,36 quilômetros. Isso pode ser atribuído à diluição dos custos com a instalação da rede elétrica, nas despesas de cada um dos ciclos ao longo do ano, e distribuição dos custos fixos.

Ao adotar o sistema de gotejamento superficial, com 1 ciclo por ano e área de cultivo de 2ha, a distância da rede elétrica de alta tensão não deve ultrapassar 6,79 km para que a atividade seja viável. Quando se cultiva 2 ciclos por ano, é permitido que a distância da rede elétrica seja de 15km, podendo chegar até 23,25 km e 31,47km, cultivando 3 e 4 ciclos por ano, respectivamente.

CONCLUSÕES

A distância da rede elétrica de alta tensão em função do seu custo pode inviabilizar a produção do milho verde na zona rural do município de Teresina-PI.

O uso do sistema de irrigação por gotejamento superficial foi o que permitiu o cultivo de milho verde irrigado em áreas mais distantes da rede elétrica de alta tensão.

A distância máxima da rede elétrica que torna a produção do milho verde viável é influenciada pelo número de ciclos por ano e pela área de cultivo adotada.

REFERÊNCIAS

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; FIGUEREDO JUNIOR, L. G. M.; CARDOSO, M.J.; RIBEIRO, V. Q. Parametrização de modelos agrometeorológicos para estimativa de produtividade da cultura do milho na região de Parnaíba, Piauí. Revista Ciência Agronômica, v.37, n.2, p.130-134, 2006 Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

CORDEIRO, J. C. Levantamento detalhado do solo do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí. Departamento de Engenharia Agrícola e Solos. Universidade Federal do Piauí, 2003.

FRIZZONE, J. A. Análise de decisão econômica em irrigação. Piracicaba: ESALQ/LER, 371p, 2005.

INMET, INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Normas climatológicas, 2009. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>. Acesso em 30 set. 2016.

SILVEIRA, F.C. Estudo comparativo entre a viabilidade de implantação de sistema híbrido Eólico-Diesel e de extensão de rede elétrica em regiões remotas produtoras de arroz por sistema de inundação. Porto Alegre, 2010. Monografia (Bacharelado em Engenharia Mecânica) - Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS.

RIZZATTI, G. Dos S. Consumo e custo de energia elétrica em cultura do feijoeiro irrigado por pivô central, sob dois manejos de irrigação, em plantio e convencional. Jaboticabal, 2007. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP.

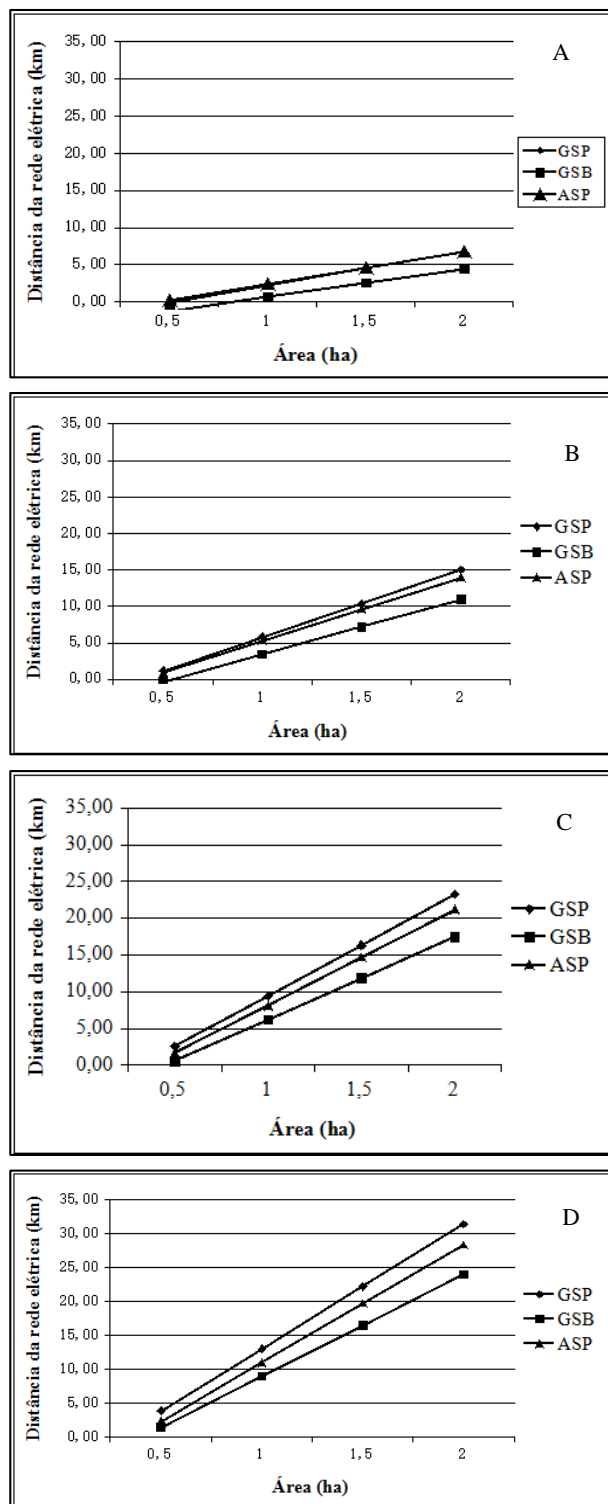


Figura 1. Distância máxima da rede elétrica que torna a produção do milho verde irrigado viável em função da área de plantio, no sistema de irrigação por gotejamento superficial (GSP), gotejamento subsuperficial (GSB) e aspersão convencional (ASP), variando em 1 ciclo por ano (A), 2 ciclos por ano (B), 3 ciclos por ano (C) e 4 ciclos por ano (D).