



## COMPARAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA AGRICULTURA IRRIGADA POR PIVÔ CENTRAL EM SISTEMAS DE PLANTIOS CONVENCIONAL E DIRETO COM SOJA, MILHO E TOMATE INDUSTRIAL

Vitor Almeida<sup>1</sup>, José Alves Júnior<sup>1</sup>, Marcio Mesquita<sup>1</sup>, Adão Wagner Pego Evangelista<sup>1</sup>, Derblai Casaroli<sup>1</sup>, Rafael Battisti<sup>1</sup>

**RESUMO:** No Cerrado, devido à estiagem entre abril-outubro, a irrigação é fundamental para garantir até 3 safras por ano. Entretanto, trata-se de uma técnica com alto custo de implantação e manutenção. Assim, a busca por tecnologias para redução destes custos deve ser constante. Sabe-se que palha na superfície do solo reduz as perdas de água por evaporação. Assim, objetivou-se neste estudo comparar as viabilidades econômicas em área irrigada por pivô central com e sem palha sobre o solo, simulando os cultivos com soja, milho e tomate industrial para Cristalina - GO. Os custos de produção foram calculados, utilizando a planilha Amazonsaf. Nela foram inseridos os coeficientes técnicos de produção, e calculados os indicadores financeiros: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Relação benefício Custo (B/C), Payback e Receita Bruta (RB). Os resultados mostraram que há viabilidade econômica do empreendimento independente do manejo do solo adotado. O VPL foi de R\$2.129,82 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> e R\$2.294,95 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, TIR de 131,09% e 162,55%, B/C de 1,56 e 1,64, para o plantio convencional e direto, respectivamente. PayBack de 3 anos e RB de R\$5.901,06 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. Observa-se que no sistema plantio direto há uma redução no custo de implantação de 4,23% e redução de 22,5% com energia.

**Palavras-chave:** manejo de irrigação, custo de produção, energia elétrica.

## COMPARISON OF THE ECONOMIC VIABILITY OF AGRICULTURE IRRIGATED BY CENTRAL PIVOT IN CONVENTIONAL AND NO-TILLAGE SYSTEMS WITH SOYBEAN, MAIZE AND INDUSTRIAL TOMATO CROPS

**ABSTRACT:** In Cerrado, due to the dry season, the use of irrigation is fundamental to guarantee up to 3 harvests per year. However, it is a technique with a high cost of equipment implantation and maintenance. Thus, the researches with new technologies to reduce these costs must be constant. It is known that the use of straw on soil surface reduces water evaporation. So, the objective of this study was to compare the economic viability of a central pivot irrigated area, with and without straw on soil surface with soybean, corn and industrial tomato in Cristalina-GO, Brazil. Production costs were calculated using the software Amazonsaf. In it, the technical coefficients of production were inserted, and the financial indicators were calculated as: Net Present Value (VPL), Internal Rate of Return (TIR), Cost Benefit (B/C), Payback and Gross Revenue ratio (RB). The results showed that there was economic viability independent of the soil management used. The VPL was R\$2,129.82 ha<sup>-1</sup>.year<sup>-1</sup> and R\$2,294.95 ha<sup>-1</sup>.year<sup>-1</sup>, the TIR was 131.09% and 162.55%, B/C was 1.56 and 1.64, for conventional and no-tillage, respectively. And PayBack was 3 years and RB was R\$5,901.06 ha<sup>-1</sup>.year<sup>-1</sup>. It was observed that in the system of direct planting there was a reduction in the implantation cost of 4.23% of and reduction of 22.5% with energy.

Key-words: irrigation managment, production cust and eletric power.

<sup>1</sup> Universidade Federal de Goiás – Escola de Agronomia, Goiânia-GO.

\*E-mail: jose.junior@pesquisador.cnpq.br. Autor para correspondência.

## INTRODUÇÃO

Uma das vantagens da cobertura morta sobre o solo no plantio direto é a redução da perda de água por evaporação e aumento da taxa de infiltração, proporcionando uma maior disponibilidade de água (DERPSCH et al., 1991), condição que leva a uma redução no consumo de água das plantas (ETc), como relatado para o milho (MELO FILHO; SILVA, 1993), para a soja (ANDRADE et al., 1994) e para o tomate industrial (MAROUELLI et al., 2006). Assim, conseqüentemente, as lâminas de irrigação de projeto e manejo são menores em plantio direto, quando comparadas com plantio convencional. É sabido que a variação da lâmina de irrigação para o projeto e manejo influencia na viabilidade econômica de um sistema de irrigação (ALVES JÚNIOR et al., 2015). Entretanto, neste caso específico, não se sabe se essa redução é significativa, ao ponto de influenciar a adoção de palha sobre o solo com o objetivo de economizar na instalação e manutenção de um pivô central.

O plantio direto gera uma economia entre 10 e 20% no consumo de água (LANDERS, 1995). As lavouras da Região Centro-Oeste são as mais extensas em área, por isso, os agricultores dessa região estão buscando utilizar cada vez mais o sistema de plantio direto devido à redução dos riscos de erosão (OCDE, 2005), o que não ocorre no

preparo convencional, onde esse risco erosivo é maior. O plantio direto é um sistema de manejo do solo no qual a palha e os restos vegetais da cultura anterior são mantidos sobre a superfície, visando, além de outros benefícios, a redução da evaporação da água do solo; nesse sistema não há remoção de solo sob a palhada do cultivo anterior, onde se observa a diminuição de riscos erosivos e a distribuição sistemática da compactação do solo.

O sistema de irrigação pivô central é o mais utilizado nas culturas do milho, soja e tomate industrial, na região do Cerrado (LANDAU, 2013), pois normalmente são cultivadas em grandes áreas, e podem ser utilizadas tanto em plantio convencional como em plantio direto.

Na região do Cerrado é comum se irrigar o início do ciclo da cultura de primavera/verão (safra), o final do ciclo da cultura de verão/outono (segunda época) e todo o ciclo da cultura de inverno (entre safra), além de atender possíveis veranicos no período de chuva (SANO, 2005).

O município de Cristalina, em Goiás, representa 25% da área irrigada por pivô no Estado, com 659 equipamentos, com área total de 52.970 hectares, com área média de 80 hectares (INFORME TÉCNICO, 2014). Este município apresenta a maior concentração de área irrigada por pivô

central na América Latina (GUIMARÃES; LANDAU, 2015).

A irrigação é uma ferramenta pela qual os produtores encontram uma forma de assegurar suas produções frente a fenômenos e variações climáticos como aquecimento global, *El niño*, *La niña* entre outras. É uma ferramenta onerosa quando mal dimensionada e manejada, que pode reduzir a rentabilidade da empresa, assim como inviabilizar seu uso em certos casos (ALVES JÚNIOR et al., 2015).

Um ponto que se deve ter muita atenção na elaboração de projetos de irrigação é o diâmetro da tubulação gerado a partir da lâmina de irrigação do projeto, uma vez que superestimá-la leva ao superdimensionamento da tubulação, aumentando o investimento. Portanto, a subestimativa da lâmina de irrigação leva ao subdimensionamento do sistema, existindo o risco de o sistema não conseguir suprir a necessidade de água da cultura.

Projetos eficientes de irrigação seguem as seguintes etapas: estudo de viabilidade, planejamento, dimensionamento e construção. O manejo racional do sistema de irrigação busca a maximização da produtividade, dos lucros e produção por unidade de água aplicada. Assim, este estudo teve como objetivo comparar a viabilidade econômica do sistema de produção com soja, milho e tomate industrial, irrigado por pivô central em

cultivo convencional e direto. Determinar indicadores técnicos e econômicos dos dois sistemas de cultivo; descrever os sistemas de produção; determinar a matriz de coeficientes técnicos, o custo de produção e estimar os indicadores de lucratividade.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo para análise de viabilidade econômica foi desenvolvido através da simulação e comparação de dois projetos de pivô central, um para sistema de plantio direto e outro para sistema de plantio convencional, para as culturas de soja, milho e tomate industrial, dimensionados para funcionamento 21h/dia, e evapotranspiração de referência máxima (ET<sub>o</sub>) de 5 mm/dia. O valor de ET<sub>o</sub> foi obtido a partir do valor médio histórico para o período de setembro/outubro para a região de Cristalina - GO (SIMEHGO, 2014). Utilizou-se, para o cálculo da lâmina de irrigação, o coeficiente de cultura máximo ( $K_{c_{máx}}$ ) de 1,2 para a área de cultivo convencional, considerando a cultura de maior consumo, em seu período de maior demanda (ALLEN et al., 1998). Para o plantio direto, foi considerada uma lâmina de irrigação 15% menor (LANDERS, 1995). Considerou-se também a eficiência de aplicação de água para o sistema pivô central de 85%.

O manejo da irrigação realizado para 55 dias de irrigação para culturas de

primavera/verão e verão/outono (Soja/Milho), enquanto 105 dias de irrigação para as culturas de inverno/primavera (Tomate/Milho). Considerou-se o ciclo médio de 120 dias. Foram consideradas 2,5 safras médias por ano, para ambos os sistemas de cultivo, com apenas 140 dias de ocupação da terra por cultura agrícola, devido às altas tecnologias de colheita e semeadura ou transplântio (no caso tomate industrial).

Para análise dos projetos, foi realizado um estudo de viabilidade técnica-econômica. Onde, cada projeto de pivô central teve área de 80 hectares, considerando um terreno no qual o relevo apresentava um desnível de 2%, desde o ponto de captação de água (sucção) para o sistema de irrigação até o final do pivô central (Linha lateral) no ponto mais alto do terreno. O custo com manutenção foi estimado em 0,5% do valor de equipamento novo em relação ao uso em horas por ano, para troca de peças e borrachas (OKAWA, 2001).

Os orçamentos dos projetos de pivô central, assim como das barragens foram obtidos em empresas especializadas da região. Os dados para implantação das culturas utilizadas no estudo foram obtidos na Federação da Agricultura e Pecuária de Goiás (FAEG, 2017), referentes ao mês de novembro de 2016.

A planilha eletrônica AMAZONSAF (ARCO-VERDE; AMARO, 2011) foi utilizada para realizar os cálculos econômicos, para análise dos investimentos necessários para produção das culturas do milho, da soja e do tomate industrial. Essa planilha é uma alternativa de controle financeiro para os agricultores, pois ao alimentar a planilha com dados de cada cultura como produção, preço e custos de produção, ela forneceu um fluxo de caixa completo.

Essa planilha está organizada em várias guias como Descrição (alimentada com dados como: identificação, descrição do sistema agrícola, culturas utilizadas), Croqui (esquematização das unidades dentro da empresa rural), Parâmetros (para valores de mão de obra, taxa de juros para a taxa de mínima atividade e preço de comercialização de cada produto), Produtividade (estimativa de produção), Culturas (com os custos de produção) até aqui há a necessidade de alimentar a planilha com dados, Resultado financeiro (com o somatório de receitas e custos), Fluxo de caixa (com o resultado líquido para cada ano) e Indicadores financeiros (com Taxa interna de retorno, Taxa de mínima atratividade, Valor presente líquido, Relação benefício custo, Receita bruta e PayBack).

Os indicadores utilizados para avaliar a viabilidade do investimento no estudo são: indicador de lucratividade, o

Valor presente líquido (VPL), a Taxa interna de retorno (TIR), o período de recuperação do capital e a Relação benefício custo ( $R_{b/c}$ ).

O indicador de lucratividade refere-se ao valor da Receita Bruta (RB). O valor

$$RB = \text{Quantidade produzida} * \text{Preço comercial} \dots \dots \dots (1)$$

O VPL ou Valor presente líquido é resultado referente à diferença dos valores presentes dos benefícios e os dos custos. Esse indicador relaciona aos valores de benefícios e custos para o presente, nos quais os fluxos de caixa esperados para cada

de Receita bruta é obtido pelo produto entre a quantidade produzida em 80 hectares de cada cultura pelo valor comercial (preço) de seus respectivos produtos (Equação 1).

ano durante a vida útil do projeto foram descontados para o tempo zero a partir de uma determinada taxa de juros (Equação 2) que representa a taxa de mínima atratividade (TMA) (FRIZZONE; ANDRADE JÚNIOR, 2005).

$$VPL = \sum_{j=0}^n \frac{CF_j}{(1+i)^j} \dots \dots \dots (2)$$

Onde:

n = horizonte do projeto

j = período

CF = saldo do fluxo de caixa

I = taxa de juro

Para os cálculos foi estabelecida uma TMA igual 12,15% ao ano.

A TIR ou taxa interna de retorno é a taxa de juros do projeto, já que se aplicada ao cálculo do VPL, o mesmo será zerado (FRIZZONE; ANDRADE JÚNIOR, 2005). Podendo caracterizar deste modo, a taxa de remuneração do capital investido, algumas vezes pode ser dita como índice de lucratividade; a TIR é taxa responsável por igualar o retorno do investimento durante o

tempo de análise do empreendimento com os custos do mesmo (Equação 3) (GARZEL, 2003). A diferença entre TIR e a TMA pode ser considerada um prêmio quando tem resultado maior que zero (0), prejuízo quando menor que zero e indiferente quando a diferença é igual a zero.

$$0 = \sum_{j=0}^n \frac{CF_j}{(1+i)^j} \dots\dots\dots(3)$$

Onde:

n = horizonte do projeto

j = período

CF – saldo do fluxo de caixa

I = taxa de juro.

O PaybackPeriod ou período de retornar o capital que foi investido recuperação do capital (P.R.C) é quantidade (NORONHA,1987). de períodos em que projeto consegue

$$PR = T, \text{ quando } \sum_{j=0}^r R_j - C_j = I \dots\dots\dots(4)$$

Onde:

R<sub>j</sub> = receitas no período j

C<sub>j</sub> = custos no período j

j = período de ocorrência de R<sub>j</sub> e C<sub>j</sub>

T = tempo para o fluxo de caixa igualar os investimentos

I = investimento inicial.

Uma das formas de representar a relação benefício/custo é pela (Equação 4), na qual verifica-se se os benefícios são maiores que as obrigações zeradas (FRIZZONE; ANDRADE JÚNIOR, 2005).

$$R_{b/c} = \frac{\sum_{k=0}^n B_k(1+j)^{-k}}{\sum_{k=0}^n C_k(1+j)^{-k}} \dots\dots\dots(5)$$

Onde:

B: Beneficio, R\$;

C: Custo, R\$;

j: Taxa De Juros, Anual;

k: Vida Útil, anos.

Os preços de venda do milho, soja e tomate industrial são os valores aceitos e utilizados pela FAEG para projeções e financiamentos, como os vistos na tabela

abaixo. Para elaboração do fluxo de caixa, as receitas serão as projeções das áreas, e produtividade

**Tabela 1** - Valores de produtividade e o preço para o produto da cultura (milho, soja e tomate industrial) para Goiás em novembro de 2016

Cultura	Milho	Soja	Tomate Industrial
Produtividade	148 sc./ha	48 sc./ha	85 ton/ha
Área ( ha )	80	80	80
Preço ( R\$/ kg )	0,58	1,09	0,22

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para colheita (Tabela 2) são uma média de 2,5 colheitas por ano, chegando a um total de 75 colheitas após os 30 anos de avaliação, sendo 25 safras de cada cultura, tanto para sistema de plantio convencional quanto para o plantio direto.

O sistema de produção de milho, soja e tomate industrial, para as duas condições avaliadas, em um período de 30 anos, com taxas de juros de 12,15% anuais (Taxa SELIC em 23/02/2017 a 12/04/2017), se mostra viável economicamente para região de Cristalina - GO, em uma área de 80 ha. Mesmo que esses dois sistemas de produção tenham altos custos de implantação, como: R\$1.379.609,78 para o plantio direto (Tabela 5), frente a R\$1.396.359,37 para plantio convencional (Tabela 4).

Nesse passo, essa diferença de valor ocorre, pois no projeto para plantio direto, havia palha (cobertura morta) sobre o solo,

que reduz a perda de água por evaporação, levando a uma lâmina de irrigação menor do que a projetada para o plantio convencional, consequentemente, a lâmina de irrigação para o plantio direto é 6 mm/dia, sendo 15% menor em relação a lâmina de irrigação do plantio convencional que é 7,06 mm/dia. Sendo a lâmina de irrigação, o ponto inicial para elaboração do projeto, o valor final de implantação da irrigação é reflexo direto da lâmina, por isso, quanto menor a lâmina menor o valor final do projeto e, quanto maior a lâmina maior o valor final do projeto.

**Tabela 2** - Período simulado para colheita de milho, soja e tomate industrial no município de Cristalina - GO, em área de pivô central, tanto em sistema de plantio convencional e direto

Ano / Mês	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jul.	jun.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
1	soja					tomate					milho	
2			soja					milho				
3	soja					tomate					milho	
4			soja					tomate				
5	milho					tomate					milho	
6			soja					tomate				
7	soja					tomate					milho	
8			soja					milho				
9	soja					tomate					milho	
10			soja					tomate				
11	milho					tomate					milho	
12			soja					tomate				
13	soja					tomate					milho	
14			soja					milho				
15	soja					tomate					milho	
16			soja					tomate				
17	milho					tomate					milho	
18			soja					tomate				
19	soja					tomate					milho	
20			soja					milho				
21	soja					tomate					milho	
22			soja					tomate				
23	milho					tomate					milho	
24			soja					tomate				
25	soja					tomate					milho	
26			soja					milho				
27	soja					tomate					milho	
28			soja					tomate				
29	milho					tomate					milho	
30			soja					tomate				

A consequência de ter uma lâmina de irrigação maior é ter uma vazão maior, levando a um maior custo com equipamentos. O pivô central para plantio direto é 4,23% mais barato que o pivô central para plantio convencional, pois, a vazão para plantio convencional é 268,68 m<sup>3</sup>/h, onde, o pivô central teve valor R\$4.954,49 ha<sup>-1</sup> (Tabela 3),

sendo R\$ 209,37 ha<sup>-1</sup> mais caro que o pivô central para plantio direto, que teve valor R\$ R\$4.745,12 ha<sup>-1</sup> (Tabela 3), com vazão de 228,34 m<sup>3</sup>/h. Essa tendência de valores maiores para o plantio convencional continuou se repetindo para as tubulações lateral e adutora, potência do motor e consumo médio de energia.

A tubulação da linha lateral (Anexo 1) é com tubos de aço galvanizado, o projeto para plantio convencional possui 47 tubos de 215 mm (8.5/8”), 23 tubos de 165 mm (6.5/8”) e mais 4 no balanço de 139 mm (5.9/16”). Enquanto, o projeto para plantio direto possui 32 tubos de 215 mm (8.5/8”) e 38 tubos de 165 mm (6.5/8”) e mais 4 no balanço de 139 mm (5.9/16”). Por mais que, os dois projetos apresentem 74 tubos na linha lateral, o conjunto de tubos para o projeto de plantio convencional é mais caro, pois, possui 15 tubos de 215 mm a mais que o projeto de plantio direto (de modo geral o tubo 215 mm é mais caro que o tubo de 165 mm).

A tubulação da linha adutora é com tubos de PVC (Anexo 1), tanto o projeto para plantio convencional quanto para plantio direto. O projeto para plantio convencional tem 12 tubos de diâmetro de 210,4 mm com PN de 80 e 486 tubos de 212 mm com PN 60. Enquanto, para o plantio direto são 6 tubos com PN 80 e 522 tubos com PN 60. A diferença entre esses tubos está em função da pressão que a parede do tubo suporta (PN), portanto, de modo geral, quanto maior o PN maior é o preço do tubo. Deste modo, a tubulação da adutora do projeto do plantio convencional tem maior custo de implantação.

Quanto ao motor responsável por colocar a bomba em funcionamento, quanto maior sua potência maior será seu preço. Para o plantio convencional, o motor tem 100 CV

(Tabela 3) de potência, tendo 25 CV a mais que o motor para o plantio direto que possui 75 CV. O consumo médio de energia quanto maior a potência, maior será o consumo mensal de energia. Para o plantio convencional, o consumo médio de energia é 85,89 kWh (Tabela 3), enquanto, para o plantio direto é 66,55 kWh. Portanto, o consumo de energia no projeto para plantio direto, durante as 21 horas de bombeamento é mais econômico, em 19,34 kWh.

No custo de produção por hectare no primeiro ano do plantio convencional (Tabela 4), a soja teve custo de produção total 11,11% menor que o milho, o milho foi 45,01% menor do que o do tomate industrial. O custo de produção total para soja foi R\$7.771,70 ha<sup>-1</sup>, para o milho R\$8.742,81 ha<sup>-1</sup> e para o tomate industrial foi R\$15.898,89 ha<sup>-1</sup>. Quando no plantio direto, o custo de produção por hectare no primeiro ano (Tabela 5), a soja tem custo de produção total 12,42% menor que o milho, que por sua vez, é 46,37% menor que o tomate industrial. Enquanto, o custo de produção total para soja foi R\$7.359,46 ha<sup>-1</sup>, para o milho R\$ 8.403,47 ha<sup>-1</sup> e para o tomate industrial foi R\$15.669,04 ha<sup>-1</sup>.

Para o plantio convencional, o custo com a implantação do sistema de irrigação (Tabela 4) é o que mais onera na composição do custo de produção de cada cultura, pois significa R\$5.818,16, representando na soja

74,86%, no milho com 66,55% e no tomate industrial com 36,69%.

**Tabela 3** - Variação dos custos de implementação e operação de dois pivô centrais, um para sistema de plantio convencional e outro para plantio direto, dimensionados para operar com evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>) de 5 mm/dia, para milho, soja e tomate industrial em rotação, em uma área de 80 ha, no município de Cristalina - GO, para o período de 30 anos

Projeto	ET <sub>0</sub> (mm/dia)	Moto bomba (cv)	Lâmina de irrigação (mm/ciclo)		Tempo de bombeamento (h/ciclo)	
			Soja/Milho (verão/outono)	Tomate/Milho (inverno/primavera)	Soja/Milho (verão/outono)	Tomate/Milho (inverno/primavera)
Convencional	5,00	100,00	388,30	741,30	1155,00	2205,00
Direto	5,00	75,00	330,00	630,00	1155,00	2205,00
Projeto	Lâmina do projeto (mm)	Energia Mb + Pivô (KWh)	Consumo de energia (KWh/ciclo)		Custo (R\$) de energia/ciclo	
			Soja/Milho (verão/outono)	Tomate/Milho (inverno/primavera)	Soja/Milho (verão/outono)	Tomate/Milho (inverno/primavera)
Convencional	7,06	85,89	99202,95	189387,45	29760,89	56816,24
Direto	6,00	66,55	76865,25	146742,75	23059,58	44022,83
Projeto	Lâmina (mm) mínima/volta	VPL(30 anos) R\$/ha/ano	Custo (R\$) total de produção/ha/ciclo			Preço sistema de irrigação (R\$/ha)
			Milho	Soja	Tomate	
Convencional	4,08	2129,82	8744,16	7700,15	15898,89	
Direto	3,47	2294,95	8403,47	7359,46	15669,04	
Projeto	Tempo mínimo para volta a 100% (h)	Vazão (m³/h)	% do custo com Barragem+Irrigação+energia no custo total			Preço sistema de irrigação (R\$/ha)
			Milho	Soja	Tomate	
Convencional	12,15	268,68	68,66	77,97	41,06	4954,49
Direto	12,15	228,34	70,12	80,07	40,20	4745,12

**Tabela 4** - O custo total de produção de soja, milho e tomate industrial irrigado por pivô central, no sistema de plantio convencional para o primeiro ano

Plantio Convencional	Soja R\$/ha	%	Milho R\$/ha	%	Tomate R\$/ha	%
<b>Custo de produção total</b>	<b>R\$ 7.700,15</b>	<b>100,00</b>	<b>R\$ 8.744,16</b>	<b>100,00</b>	<b>R\$ 15.898,89</b>	<b>100,00</b>
Sistema de irrigação (implantação)	R\$ 5.818,16	75,56	R\$ 5.818,16	66,54	R\$ 5.818,16	36,59
Sistema de irrigação (energia)	R\$ 186,01	2,42	R\$ 186,01	2,13	R\$ 710,20	4,47
Colheita (operação)	R\$ 268,58	3,49	R\$ 233,50	2,67	R\$ 2.564,02	16,13
Aplicação de defensivos	R\$ 193,81	2,52	R\$ 124,66	1,43	R\$ 497,18	3,13
Semeadura / plantio	R\$ 327,43	4,25	R\$ 279,66	3,20	R\$ 449,57	2,83
Adução	R\$ 46,90	0,61	R\$ 112,49	1,29	R\$ 51,43	0,32
Sementes / mudas	R\$ 178,30	2,32	R\$ 500,00	5,72	R\$ 1.650,00	10,38
Fertilizantes	R\$ 417,03	5,42	R\$ 1.136,60	13,00	R\$ 2.175,00	13,68
Defensivos	R\$ 245,37	3,19	R\$ 335,33	3,83	R\$ 1.971,63	12,40
Manutenção	R\$ 12,87	0,17	R\$ 12,87	0,15	R\$ 3,37	0,02
Outros	R\$ 5,70	0,07	R\$ 4,89	0,06	R\$ 8,33	0,05

Assim como ocorre no plantio convencional, a implantação do sistema de irrigação e barragem (Tabela 5) continua sendo o mais oneroso para cada cultura no plantio direto, sendo R\$5.748,37 ha<sup>-1</sup> e representando: 78,11% para a soja, 68,40% para o milho, e 36,69% para o tomate industrial.

Para os demais anos no plantio convencional (Tabela 6), nos quais, quando não há implantação do sistema de irrigação e barragem, a soja possui custos mais onerosos com fertilizantes 21,35%, o conjunto de custos envolvendo o processo de plantio 16,76%, os custos com colheita 13,75% e custos com defensivos agrícolas com 12,56%, mas o custo variável com energia foi R\$186,01 ha<sup>-1</sup>, representando 9,52% no custo total, o custo com manutenção foi R\$12,87 ha<sup>-1</sup>, representando 0,66% no custo total desta cultura.

Para a cultura do milho em preparo convencional, os fertilizantes tornam-se o custo mais oneroso representando 48,86%, seguido por custo com sementes com 17,10%, defensivos com 11,47%. No milho, o custo como energia foi R\$186,01 ha<sup>-1</sup>, representando 6,36% do custo total, enquanto, o custo com manutenção foi R\$0,53 ha<sup>-1</sup>, representando 0,44% no custo total desta cultura.

**Tabela 5** - O custo total de produção de soja, milho e tomate industrial irrigado por pivô central, no sistema de plantio direto para o primeiro ano

Plantio Direto	Soja R\$/ha	%	Milho R\$/ha	%	Tomate R\$/ha	%
<b>Custo de produção total</b>	<b>R\$ 7.359,46</b>	<b>100,00</b>	<b>R\$ 8.403,47</b>	<b>100,00</b>	<b>R\$ 15.669,04</b>	<b>100,00</b>
Sistema de irrigação (implantação)	R\$ 5.748,37	78,11	R\$ 5.748,37	68,40	R\$ 5.748,37	36,69
Sistema de irrigação (energia)	R\$ 144,12	1,96	R\$ 144,12	1,72	R\$ 550,29	3,51
Colheita (operação)	R\$ 268,58	3,65	R\$ 233,50	2,78	R\$ 2.564,02	16,36
Aplicação de defensivos	R\$ 193,81	2,63	R\$ 124,66	1,48	R\$ 497,18	3,17
Semeadura / plantio	R\$ 98,96	1,34	R\$ 51,18	0,61	R\$ 221,09	1,41
Adubação	R\$ 46,90	0,64	R\$ 112,49	1,34	R\$ 51,43	0,33
Sementes / mudas	R\$ 178,30	2,42	R\$ 500,00	5,95	R\$ 1.650,00	10,53
Fertilizantes	R\$ 417,03	5,67	R\$ 1.136,60	13,53	R\$ 2.175,00	13,88
Defensivos	R\$ 245,37	3,33	R\$ 335,33	3,99	R\$ 1.971,63	12,58
Manutenção	R\$ 12,32	0,17	R\$ 12,32	0,15	R\$ 3,23	0,02
Outros	R\$ 5,70	0,08	R\$ 4,89	0,06	R\$ 236,80	1,51

Para a cultura do tomate industrial em plantio convencional, o processo de colheita passa a ser o custo mais oneroso da composição representando 25,43%, seguido por custo com fertilizante, 21,58%, custo com defensivo, 19,56%, custo com mudas, 16,37%. O custo com energia é R\$ 710,20, onde representa 7,05% no custo total. Já a manutenção tem custo de R\$ 3,37 ha<sup>-1</sup> representando 0,03% no custo total da cultura.

Essa diferença de custos de consumo de energia e manutenção apresentada no tomate em relação à soja e ao milho, é devido ao tempo de uso do sistema de irrigação para cada cultura, no tomate são 105 dias para irrigação, enquanto, soja e milho dividem 55 dias.

Nos demais anos no plantio direto (Tabela 7), sem a participação da implantação

do sistema de irrigação e barragem, a soja apresenta maiores custos com fertilizantes, custos com a operação de colheita e custos com defensivos, representando 25,88%, 16,67%, 15,23%, respectivamente. Quanto ao custo com energia elétrica que representa 8,95% no custo total, sendo R\$144,12 ha<sup>-1</sup>. À medida que, o custo com manutenção R\$12,32 ha<sup>-1</sup> e significa 0,77% no custo total da cultura da soja.

Para a cultura do milho, a ordem decrescente dos custos é fertilizantes com 42,81%, custos com sementes 18,83% e defensivos agrícolas 12,63%, o custo com energia elétrica é R\$ 144,12 ha<sup>-1</sup>, representando 5,43%, enquanto, o custo com manutenção é R\$ 12,32 ha<sup>-1</sup>, sendo 0,46% do custo total.

**Tabela 6** - O custo total de produção de soja, milho e tomate industrial irrigado por pivô central, no sistema de plantio convencional para os demais anos

Plantio Convencional	Soja R\$/ha	%	Milho R\$/ha	%	Tomate R\$/ha	%
<b>Custo de produção</b>	<b>R\$ 1.881,99</b>	<b>100,00</b>	<b>R\$ 2.925,99</b>	<b>100,00</b>	<b>R\$ 10.080,72</b>	<b>100,00</b>
Sistema de irrigação (energia)	R\$ 186,01	9,88	R\$ 186,01	6,36	R\$ 710,20	7,05
Colheita (operação)	R\$ 268,58	14,27	R\$ 233,50	7,98	R\$ 2.564,02	25,43
Aplicação de defensivos	R\$ 193,81	10,30	R\$ 124,66	4,26	R\$ 497,18	4,93
Semeadura / plantio	R\$ 327,43	17,40	R\$ 279,66	9,56	R\$ 449,57	4,46
Adubação	R\$ 46,90	2,49	R\$ 112,49	3,84	R\$ 51,43	0,51
Sementes / mudas	R\$ 178,30	9,47	R\$ 500,00	17,09	R\$ 1.650,00	16,37
Fertilizantes	R\$ 417,03	22,16	R\$ 1.136,60	38,84	R\$ 2.175,00	21,58
Defensivos	R\$ 245,37	13,04	R\$ 335,33	11,46	R\$ 1.971,63	19,56
Manutenção	R\$ 12,87	0,68	R\$ 12,87	0,44	R\$ 3,37	0,03
Outros	R\$ 5,70	0,30	R\$ 4,89	0,17	R\$ 8,33	0,08

Já a cultura do tomate industrial tem maior custo com processo de colheita, sendo 25,85%, seguido por fertilizantes, 21,92%, e defensivos com 19,87% do custo total. O gasto com energia elétrica é R\$550,29 ha<sup>-1</sup>, representando 5,55%. A manutenção do sistema de irrigação é 0,03% do custo total, com o valor de R\$3,23 ha<sup>-1</sup>.

Para o período de inverno-primavera, foram disponibilizados 105 dias para a irrigação, durante a elaboração dos projetos, devido à necessidade de irrigar com maior frequência nessa época do ano. Portanto, quando se compara o consumo de energia do

sistema de irrigação (motobomba mais pivô), da cultura que prevalecerá durante o período de inverno-primavera, o tomate industrial, nos dois sistemas de plantios, nota-se o plantio direto economizando 22,52% ou R\$159,92 por hectare durante esse ciclo, em relação ao plantio convencional, logo, em 80 ha se economiza R\$12.793,41 durante período. Economia gerada pela redução de evaporação de água do solo no plantio direto, que resultou em uma lâmina de irrigação menor, que levou a redução do consumo de energia.

**Tabela 7** - O custo total de produção de soja, milho e tomate industrial irrigado por pivô central, no sistema de plantio direto para os demais anos

Plantio Direto	Soja R\$/ha	%	Milho R\$/ha	%	Tomate R\$/ha	%
<b>Custo de produção</b>	<b>R\$ 1.611,08</b>	<b>100,00</b>	<b>R\$ 2.655,09</b>	<b>100,00</b>	<b>R\$ 9.920,66</b>	<b>100,00</b>
Sistema de irrigação (energia)	R\$ 144,12	8,95	R\$ 144,12	5,43	R\$ 550,29	5,55
Colheita (operação)	R\$ 268,58	16,67	R\$ 233,50	8,79	R\$ 2.564,02	25,85
Aplicação de defensivos	R\$ 193,81	12,03	R\$ 124,66	4,69	R\$ 497,18	5,01
Semeadura / plantio	R\$ 98,96	6,14	R\$ 51,18	1,93	R\$ 221,09	2,23
Adubação	R\$ 46,90	2,91	R\$ 112,49	4,24	R\$ 51,43	0,52
Sementes / mudas	R\$ 178,30	11,07	R\$ 500,00	18,83	R\$ 1.650,00	16,63
Fertilizantes	R\$ 417,03	25,88	R\$ 1.136,60	42,81	R\$ 2.175,00	21,92
Defensivos	R\$ 245,37	15,23	R\$ 335,33	12,63	R\$ 1.971,63	19,87
Manutenção	R\$ 12,32	0,77	R\$ 12,32	0,46	R\$ 3,23	0,03
Outros	R\$ 5,70	0,35	R\$ 4,89	0,18	R\$ 236,80	2,39

A Tabela 8 reúne os resultados dos indicadores financeiros tanto do sistema produtivo milho, soja e tomate industrial para plantio convencional, quanto para plantio direto, que foram calculados pela planilha eletrônica AMAZONSAF (ARCO-VERDE; AMARO, 2011). A taxa de juros para a Taxa de Mínima Atratividade de ambos os projetos é a mesma, 12,15% a.a.; a TMA foi utilizada para atualizar os valores de entrada e saída, para encontrar o Payback, Relação benefício/custo (Relação B/C), Receita bruta e Valor Presente Líquido (VPL) descontados, para conhecer seu valor ao término de 30 anos, ou vida útil do pivô. A Taxa Interna de Retorno (TIR) não precisa ser atualizada.

Os resultados dos indicadores financeiros corroboraram as expectativas (Tabela 8). Para o sistema produtivo em plantio convencional, houve viabilidade

econômica com TIR de 131,09%, bom resultado, pois é maior que a TMA, o Payback descontado é de três anos, assim, para o capital investido retornar ao produtor leva três anos, a Relação Benefício/Custo é de 1,56, logo a cada real gasto o projeto retorna R\$1,56 ao produtor, a Receita Bruta é de R\$ 5.901,06, o produtor acumulou esse valor após os 30 anos de atividade, já estando descontado pela TMA. Já o VPL é de R\$2.129,82, já está descontado pela TMA para 30 anos, assim como os demais indicadores. Os resultados dos indicadores financeiros são animadores, a TIR foi de 162,55%, maior que a TMA, o Payback descontado foi de 3 anos, a Relação Benefício/Custo foi de 1,64, enquanto a Receita Bruta já descontada é de R\$5.901,06, o VPL foi R\$2.294,95.

**Tabela 8** - Resultado dos indicadores econômicos para projetos de pivô central, um para sistema de plantio convencional e outor para plantio direto, no sistema de produção milho, soja e tomate industrial em rotação, no município de cristalina-go, em 30 anos, obtidos pela planilha eletrônica AMAZONSAF (ARCO-VERDE; AMARO, 2011)

<b>Indicadores financeiros</b>		
<b>Projeto:</b>	<b>Convencional</b>	<b>Direto</b>
<b>TMA (a.a.):</b>	12,15%	12,15%
<b>TIR:</b>	131,09%	162,55%
<b>Payback descontado:</b>	3,00	3,00
<b>Relação B/C:</b>	1,56	1,64
<b>Receita bruta (R\$/ha.ano):</b>	R\$ 5.901,06	R\$ 5.901,06
<b>VPL (R\$/ha.ano):</b>	R\$ 2.129,82	R\$ 2.294,95

## CONCLUSÕES

O custo de produção no primeiro ano, no plantio direto é 2,82%, é mais acessível, o que representa R\$759,36 por hectare, quando comparado ao plantio convencional.

Para os demais anos, a diferença aumenta para 4,71% por hectare, equivalente a R\$584,89 por hectare. Em sistema de plantio direto, o custo com energia elétrica é 22,5% (R\$ 203,07 por hectare) menor que em sistema de plantio convencional.

O sistema produtivo, avaliado (Soja, Milho, Tomate industrial), tanto em plantio direto como convencional são economicamente viáveis, tornando-se uma alternativa de renda ao agricultor. O plantio direto, gerou uma economia em custos de 4,56% ou R\$ 14,894,08 ha<sup>-1</sup> ao final da vida útil do sistema, em comparação ao plantio convencional. Mas, em ambos os casos, o produtor consegue pagar o investimento em 3 anos, e obter Receita Bruta média de

R\$5.901,06, porém a TIR, a Relação Benefício/Custo e o VPL do plantio direto são maiores que a TIR do plantio convencional em 16,91%, 3,68% e R\$165,13 ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, respectivamente.

Conclui-se ainda que os custos com a manutenção e consumo de energia elétrica do sistema irrigação não são os custos de maior relevância nos custos totais de produção destes dois sistemas agrícolas. O custo anual com a manutenção do sistema de irrigação no plantio convencional é R\$24,26 ha<sup>-1</sup>, representando 0,196% do custo. Enquanto, para o plantio direto, a manutenção tem custo de R\$23,23 ha<sup>-1</sup>, representando 0,197% no custo. O custo anual com energia é R\$901,85 ha<sup>-1</sup>, sendo 7,27% do custo para o sistema de irrigação em plantio convencional. Enquanto, para o plantio direto, o custo anual com o consumo de energia de elétrica é R\$698,78 ha<sup>-1</sup>, representando 5,91% no custo.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE FILHO, M. R.; PEREIRA FILHO, I. A.; VIANA, J. H. M.; ALVARENGA, R. C.; CRUZ, J. C. **Plantio convencional**. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01\\_32\\_59200523355.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_32_59200523355.html)>. Acesso em: 18 out. 2016.

ALMEIDA, R. D.; PELUZIO, J. M.; AFFÉRI, F. S.; Divergência genética entre cultivares de soja, sob condições de várzea irrigada, no sul do Estado Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 108-115, jan-mar, 2011.

ALVES JÚNIOR, J.; SALES, D. L. A.; PEREIRA, R. M.; RODRIGUEZ, W. D. M.; CASAROLI, D.; EVANGELISTA, A. W. P. Viabilidade econômica da irrigação por pivô central nas culturas de soja, milho e tomate, em diferentes demandas hídricas. In: Inovagri International Meeting, 3., 2015. **Anais...** Fortaleza, 2015. p. 2970-2980.

ANA. Agência Nacional de Águas (Brasil). Levantamento da Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil - 2014: relatório síntese/Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2016. 33 p.: il.

ANDRADE, A. P.; WOLFE, D. W.; FERERES, E. **Sistemas de preparo do solo: I. Efeito sobre o conteúdo de água e temperatura do solo na cultura da soja**. In: Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, 10, 1994, Florianópolis. Resumos... Florianópolis: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1994. p.184-185.

ARCO-VERDE, M. F.; AMARO, G. **Cálculo de indicadores financeiros para sistemas agroflorestais**. (Documentos 44 / Embrapa Roraima), 2011, 48 p.

BARROS, J. F. C.; CALADO, J. G. A. **Cultura do Milho**. Portugal: Universidade de Évora, 2014.

BISCARO, G. A. **Aspersão Mecanizada: Pivô Central**. In: BISCARO, G. A. **Sistemas de Irrigação por Aspersão**. Dourados, MS: Ed. da UFGD, 2009. p. 45-56.

BRANCO, R. B. F. Plantio direto do tomateiro. **Pesquisa e Tecnologia**, Campinas, v. 8, n. 2, jul-dez 2011, 5 p.

CARVALHO, J. J.; SAAD J. C. C.; CUNHA, F. N.; SILVA, N. F.; TEIXEIRA, M. B.; Manejo da irrigação no feijoeiro, cultivado em semeadura direta e convencional. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, [s.l.], v. 8, n. 1, p.52-63, 28 fev. 2014. INOVAGRI.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <[http://www.CONAB.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_09\\_09\\_15\\_18\\_32\\_boletim\\_12\\_setembro.pdf](http://www.CONAB.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_09_09_15_18_32_boletim_12_setembro.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2016.

CRUZ, J. C.; **Plantio**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. **Sistema de Produção, 1**. Versão Eletrônica - 6. ed. set./2010. Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_6\\_ed/manejomilho.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/manejomilho.htm)> Acesso em: 20 out. 2016.

DERPSCH, R. **Histórico, requisitos, importância e outras considerações sobre plantio direto no Brasil**. In: TORRADO, P. V.; ALOISI, R. R. **Plantio direto no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p. 1-12.

DERPSCH, R.; ROTH, C. H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, V. **Controle de erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo**. Eschborn: Dt. Ges. Für Techn. Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Fundação IAPAR, 1991. 292p.

OCDE-FAO PERSPECTIVAS AGRÍCOLAS 2015-2024 FAO. **Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura**. OCDE. Organização para a Cooperação e

- Desenvolvimento Econômico. Cap. 2. 2015. Disponível em: <<http://www.fao.org.br/download/PA20142015CB.pdf>> Acesso em :11 abr. 2017.
- FRIZZONE, J. A.; ANDRADE JÚNIOR. Planejamento de irrigação: análise de decisão de investimento. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 626 p.
- GARZEL, J. C. **Matemática financeira e análise de investimentos**. 1. ed. Curitiba: SENAR – PR (Serviço Nacional de Aprendizagem Rural), 2003. 37 p.
- GOIÁS. **Instrução Normativa n. 005/2007**, 13 de novembro de 2007. AGRODEFESA. Disponível em <<http://www.agrodefesa.gov.br/post/ver/184769/legislacao>>. Acesso em: 20 out. 2016.
- \_\_\_\_\_. **Instrução Normativa n. 006/2011**, 14 de junho de 2011. AGRODEFESA. Disponível em <<http://www.agrodefesa.gov.br/post/ver/184769/legislacao>>. Acesso em: 20 out. 2016.
- IBGE. Banco de dados agregados. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf>>. Acesso em: 14/11/2016.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. Quinquenal.
- INFORME TÉCNICO. **Mapeamento das Áreas Irrigadas por Pivôs Centrais no Estado de Goiás**. Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos, jan. 2014, p. 2. (Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos, Informe Técnico, nº 01/14).
- LANDERS, J. N. (Ed.). **Fascículo de experiências de plantio direto no Cerrado**. Goiânia: Associação de Plantio Direto no Cerrado, 1995, 261 p.
- 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, [s. l.], v. 41, n. 9, p. 1399-1404, set. 2006.
- MELO FILHO, J. F.; SILVA, J. R. C. Erosão, teor de água no solo e produtividade do milho em plantio direto e preparo convencional de um Podzólico Vermelho-Amarelo no Ceará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.17, p.291-297, 1993.
- MOTTER, P.; ALMEIDA, H. G. de. Plantio direto: A tecnologia que revolucionou a agricultura brasileira. Foz do Iguaçu: Parque Itaipu, 2015. 144 p., p. 13.
- NORONHA, J. F. Projetos agropecuários: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1987. 269 p.
- OECD. **Review of Agricultural Policies: Brazil 2005**, OECD Publishing, Paris.
- OKAWA, Hiroshige. **Pivô Central: Forma Prática De Calcular Seu Custo De Operação**. Instituto de Economia Agrícola. São Paulo. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=223>>. Acesso em: 13 dez. 2001.
- RABELO, M. Faeg discute Vazio Sanitário do Tomate em Morrinhos. 2015. Disponível em: <<http://sistemafaeg.com.br/noticias/11020-faeg-discute-vazio-sanitario-do-tomate-em-morrinhos>>. Acesso em: 10 nov. 2016.
- RICHETTI, A.; FLUMIGNAN, D. L.; ALMEIDA, A. C. S. **Viabilidade econômica da soja irrigada na safra 2015/2016, na região sul de Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2015. 11 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado Técnico, 203).

RODRIGUES, K. **Tomate concentra atenções do setor produtivo goiano.** 2011. Disponível em: <[http://sistemafaeg.com.br/noticias/7574-tomate-concentra-atencoes-do-setor-produtivo-goiano#disqus\\_thread](http://sistemafaeg.com.br/noticias/7574-tomate-concentra-atencoes-do-setor-produtivo-goiano#disqus_thread)>. Acesso em: 10 nov. 2016.

SANDRI, D.; CORTEZ, D. Parâmetros de desempenho de dezesseis equipamentos de irrigação por pivô central. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 271-278, 2009.

SANO, E. E.; LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M.; OLIVEIRA, E. C. Estimativa da variação na demanda de água para irrigação por pivô central no Distrito Federal entre 1992 e 2002. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 508-515, maio/ago. 2005.

SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B.; FURUMOTO, O.; BOITEUX, L. S.; FRANÇA, F. H.; BÔAS, G. L. V.; BRANCO, M. C.; MEIDEIROS, M. A.; MAROUELLI, W.; SILVA, W. L. C.; Lopes, C. A.; ÁVILA, A. C.; NASCIMENTO, W. M.; PEREIRA, W. **Cultivo de tomate para industrialização. Embrapa Hortaliças.** Sistemas de Produção, 1 - 2 ed. Versão Eletrônica, 2006. Disponível em: <[https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial\\_2ed/plantio.htm](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/plantio.htm)> Acesso em: 09 nov. 2016.

SILVA, V. R.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 399-406, mar-abr, 2004.