



**Estudo de caso - Análise econômica da fertirrigação e adubação tratorizada em pivôs centrais considerando a cultura do milho**

*Case study - Economic analysis of tractor fertilization and fertigation at central pivot considering the maize crop*

**Flávio Hiroshi Kaneko<sup>1</sup>, Fernando Braz Tangerino Hernandez<sup>1</sup>, Marcelo Mamoru Shimada<sup>2</sup>, João Paulo Ferreira<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista – UNESP, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – FEIS, Avenida Brasil 56, Centro - Ilha Solteira-SP, CEP:15385-000, E-mail: fhkaneko@hotmail.com

<sup>2</sup>Irrigaterra - Industria e Comércio -LTDA - Rua Perimetral 5061 Distrito Industrial - Pereira Barreto-SP

Recebido em: 17/01/2012

Aceito em: 30/05/2012

**Resumo.** O irrigante por pivô central pode reduzir seus custos e conseqüentemente aumentar sua lucratividade se fizer o uso da fertirrigação, pagando o investimento em menos tempo se a área for maior. A partir destas hipóteses realizou-se este trabalho com o objetivo de fazer uma análise econômica comparando a fertirrigação com adubação tratorizada na cultura do milho irrigado por pivôs centrais de diferentes áreas na região de Ilha Solteira - SP através de um estudo de caso. Pelos resultados foi possível responder as hipóteses, sendo que a lucratividade da cultura do milho é maior quando a adubação é realizada por fertirrigação e o pagamento do investimento é pago mais rapidamente quanto maior a área cultivada.

**Palavras-chave.** Adubação via-pivô, custo de produção, milho, sistemas de irrigação.

**Abstract.** The central pivot irrigator can reduce their costs and therefore increase their profitability if make the use of fertigation, paying the investment in less time if it's in biggest area. From these hypotheses, the objective of this work in order to make an economic analysis comparing fertigation with fertilization tractor-implement in corn irrigated by center pivots of different areas in the region of Ilha Solteira - SP through a case study. By results it was possible to answer the hypotheses, the profitability of corn is higher when the fertilization is carried out by fertigation and the investment is paid faster as larger is the area under cultivation.

**Keywords.** Cost of production, fertilization by central pivot, irrigation systems, maize

### **Introdução**

A cultura do milho no Brasil apresenta média de produtividade ao redor de 4,2 t ha<sup>-1</sup>, sendo que em regiões com uso mais intenso de insumos e de irrigação, a produtividade média é de 8 t ha<sup>-1</sup> (DF). No estado de São Paulo, a média de produtividade para o milho cultivado na primeira safra (verão) é de 6 t ha<sup>-1</sup> e de 4 t ha<sup>-1</sup> em cultivo na segunda safra (outonal) (Conab, 2011), tendo alta demanda por nutrientes, sendo crescente em ordem exponencial até 80 dias após a emergência (DAE). Porém, para a maioria das situações, com a aplicação de fertilizantes através de adubadores tratorizados, pode-se adubar somente até os 40 DAE uma vez que o porte da cultura após este período dificulta a entrada de máquinas na área.

Fertirrigação é a aplicação de fertilizantes através da água de irrigação e de acordo com Mendonça & Mantovani (2001) teve seu início no Brasil com a aplicação de resíduos orgânicos e posteriormente avançou para a aplicação de fertilizantes minerais para a produção de hortaliças, frutas e grãos.

Para Hernandez (1994) entre as vantagens da fertirrigação destaca-se a economia em mão de obra, energia, diminuição na compactação do solo, distribuição do fertilizante e melhor utilização dos equipamentos de irrigação; porém, mesmo com essas vantagens, muitos irrigantes resistem em adotar tal prática, principalmente em função do investimento em adquirir os equipamentos necessários para a mesma. Na literatura brasileira pouco são os trabalhos (Hernandez, 1994;



Mendonça & Mantovani, 2001) que comparam economicamente o uso da fertirrigação com a adubação tratorizada em áreas irrigadas por pivô central. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é comparar economicamente a fertirrigação e a adubação tratorizada na cultura do milho irrigado por pivôs centrais instalados na região noroeste paulista através de um estudo de caso.

### **Material e Métodos**

O estudo de caso refere-se a dois pivôs centrais de uma propriedade da região de Ilha Solteira - SP. O pivô 1 apresenta área de 73,7 ha, motor de 111 kW com lâmina bruta de 8 mm h<sup>-1</sup>, o pivô 2 ocupa uma área de 155,5 ha (motor de 252 kW) e lâmina bruta de 7 mm h<sup>-1</sup> representando projetos reais na região, sendo os investimentos necessários fornecidos pela empresa Irrigaterra - Indústria e Comércio Ltda. Para o pivô 1 o investimento inicial é de R\$ 337.964,00 e R\$ 344.047,35 respectivamente sem e com as adaptações necessárias para receber o injetor de fertilizantes e em relação ao pivô 2, esses valores são de R\$ 660.000,00 e R\$ 666.600,00 respectivamente.

Foi considerado para este estudo, a cultura do milho outonal (semeado em março) com ciclo de 155 dias semeada no espaçamento de 0,80 m entrelinhas, com parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura em duas fases (V4 e V8) e lâmina bruta de irrigação ao longo do desenvolvimento da cultura de 450 mm com manejo de alta tecnologia visando produtividade de 9,6 toneladas por hectare (160 sacas ha<sup>-1</sup> média de produtividade da fazenda para o milho outonal irrigado por pivô central) sendo que o preço considerado de comercialização foi de R\$ 23,00 por saca de 60 kg de grãos (média do mês de maio de 2010 e 2011 para a região - CEPEA/ESALQ). É importante ressaltar que neste estudo de caso considerou-se somente a cultura do milho como sendo cultivado no ano agrícola, para considerar assim a situação mais desfavorável possível ao irrigante.

O turno de rega utilizado corresponde a 21 horas por dia totalizando 12,5 horas na tarifa normal e 8,5 horas na tarifa reduzida, sendo que os valores referentes às tarifas de demanda e de energia elétrica em horário normal e reduzido foram R\$ 29,16 kW<sup>-1</sup>, R\$ 230,98 mWh<sup>-1</sup> e R\$ 69,29 mWh<sup>-1</sup> respectivamente.

Em relação ao adubador tratorizado, foi considerado um modelo com 16 discos adubadores bilaterais fazendo um total de 8 linhas de milho e o valor do equipamento novo na região de R\$ 15.000,00. Para tracionar este implemento foi necessário considerar um trator com 160 CV que trabalhando a 5 km h<sup>-1</sup> efetua a adubação de 1 ha em 0,33 horas a 75% de eficiência sendo que o custo hora-máquina determinado de acordo com a metodologia proposta por Pacheco (2000) foi de R\$ 82,00 por hora. Para o injetor de fertilizantes, foi adotado o modelo Injeferd<sup>1</sup> da Solomaq o qual é constituído de bomba agitadora e injetora com vazão de 6 e 7,9 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup> respectivamente e motores de 0,75 e 4 CV para a bomba agitadora e injetora respectivamente, bem como um motor redutor de 0,75 CV. Este equipamento conta com um compartimento com capacidade para 500 kg de fertilizante sólido com capacidade de incorporação de 25 kg minuto<sup>-1</sup> e também com tanques para aplicação de fertilizantes líquidos e defensivos agrícolas. O mesmo é monte sobre uma carreta que facilita o transporte do equipamento. O valor do mesmo na região de Ilha Solteira e considerado neste trabalho foi de R\$ 28.600,00.

Foram determinados o custo da energia elétrica (R\$ ha<sup>-1</sup> e R\$ mm<sup>-1</sup>), valor do investimento e depreciação dos pivôs centrais com e sem fertirrigação e dos equipamentos de adubação, Custo Operacional Total (COT) conforme descrito por Matsunaga et al. (1976) e análise de rentabilidade conforme Martin et al. (1997) sendo que para esta última foram avaliados a Receita Bruta, Lucro Operacional, Índice de Lucratividade, Preço de Equilíbrio e Produtividade de Equilíbrio. Calculou-se também o número de ciclos de cultivo com a cultura do milho necessários para pagar a diferença do investimento entre o adubador tratorizado e o injetor de fertilizantes.

### **Resultados e Discussão**

Na Tabela 1 verificam-se os valores referentes ao custo total com energia elétrica utilizada para a cultura do milho. Observa-se que para o pivô 1 custo unitário (R\$ mm<sup>-1</sup>) foi de R\$ 1,14 sendo que para o pivô 2 este valor foi maior atingido R\$ 1,33 mm<sup>-1</sup> de água aplicada. Esta diferença em valores entre os pivôs é reflexo da maior declividade da área em que se encontra o pivô 2.



Tabela 1. Custo da energia elétrica para os pivôs cultivados com milho outonal na região de Ilha Solteira - SP, 2011.

Item contabilizado	Pivô 1	Pivô 2
Energia elétrica consumida - mWh (tarifa normal)	78,05	202,50
Energia elétrica consumida - mWh (tarifa reduzida)	53,07	137,70
Demanda de energia (R\$) - 5 meses	16.183,80	36.741,60
Custo total com energia elétrica (R\$)	37.888,63	93.056,83
Custo total unitário 2 (R\$ mm <sup>-1</sup> )	1,14	1,33

Os valores referentes a depreciação dos pivôs centrais encontram-se na Tabela 2, onde é possível verificar que tanto para o pivô 1 quanto para o pivô 2 o valor do investimento é maior quando se prepara o pivô central para receber os equipamentos de fertirrigação. Este valor é 1,8% a mais no pivô 1 e

1,0% a mais no pivô 2. Observa-se também maior depreciação anual unitária (R\$/ha) para os pivôs quando o mesmo é preparado para a fertirrigação, sendo que os maiores valores foram observados no Pivô 1.

Tabela 2. Investimento e depreciação para os pivôs instalados na região de Ilha Solteira - SP, 2011.

Item contabilizado	Pivô 1		Pivô 2	
	Sem fertirrigação	Com fertirrigação	Sem fertirrigação	Com fertirrigação
Investimento (R\$)	337.964,00	344.047,35	660.000,00	666.600,00
Investimento unitário (R\$ ha <sup>-1</sup> )	4.585,67	4.668,21	4.244,37	4.286,82
Depreciação anual (R\$)	18.024,75	18.349,19	35.200,00	35.552,00
Depreciação anual unitária (R\$ ha <sup>-1</sup> )	244,57	248,97	226,37	228,63

Para o investimento e depreciação do adubador e injetor de fertilizantes observa-se na Tabela 3 que o investimento é maior para o injetor

de fertilizantes sendo que a depreciação anual (R\$ ha<sup>-1</sup>) segue a mesma tendência em ambos os pivôs.

Tabela 3. Investimento e depreciação para o adubador e o injetor levando em consideração os pivôs centrais instalados na região de Ilha Solteira, 2011.

Item contabilizado	Pivô 1		Pivô 2	
	Adubador	Injetor	Adubador	Injetor
Investimento (R\$)	15.000,00	28.600,00	15.000,00	28.600,00
Investimento unitário (R\$ ha <sup>-1</sup> )	203,53	388,06	96,46	183,92
Depreciação anual (R\$)	1.200,00	2.288,00	1.200,00	2.288,00
Depreciação anual unitária (R\$ ha <sup>-1</sup> )	16,28	31,04	7,72	14,71

Em relação ao Custo operacional Total (COT) para a cultura do milho, verifica-se na Tabela 4 que os maiores valores foram observados quando a adubação foi tratorizada sendo que o maior COT foi observado no Pivô 2 contrariando os resultados obtidos por Mendonça & Mantovani (2001) que ao estimar o custo da adubação via fertirrigação e tratorizada na cultura do cafeeiro observaram maior custo quando a adubação foi realizada via fertirrigação. Contudo os autores atribuem este maior custo da fertirrigação aos fertilizantes

utilizados, uma vez que em algumas situações como fertirrigação em sistemas de irrigação por gotejamento, por exemplo, há a necessidade de utilizar fontes com alta concentração e alta solubilidade em função do risco de entupimentos. Porém neste trabalho considerou-se as mesmas fontes de nutrientes tanto para adubação tratorizada quanto via fertirrigação. É importante ressaltar que outras opções de fertilizantes podem e devem ser consideradas quando utilizadas efetivamente.



**Tabela 4.** Custo operacional total da adubação em fertirrigação e tratorizada para a cultura do milho outonal irrigado por pivô central na região de Ilha Solteira - SP, 2011.

Descrição	Pivô 1		Pivô 2	
	Fertirrigação	Tratorizado	Fertirrigação	Tratorizado
Operações Mecanizadas	685,06	766,24	770,56	851,74
Operações Manuais	56,00	56,00	56,00	56,00
Materiais	1.371,10	1.371,10	1.371,10	1.371,10
Custo operacional efetivo (COE)	2.112,16	2.193,34	2.197,66	2.278,84
Outras despesas	105,61	109,67	109,88	113,94
Depreciação de máquinas e equipamentos	31,04	16,28	14,71	7,72
Juros de custeio	71,29	74,03	74,17103	76,91
Custo operacional Total (COT)	2.320,10	2.393,31	2.396,43	2.477,41

Em relação a receita bruta obtida (160 sacas  $ha^{-1}$  x R\$ 23,00) o valor total para ambas as situações é de R\$ 3680,00 e por esta razão não foi apresentado em tabela. Para o Lucro Operacional e Índice de Lucratividade, os valores estão expressos na Tabela 5, onde é possível observar que o maior valor para o lucro operacional é obtido no Pivô 1 sendo que em ambos os pivôs a adubação aplicada pela fertirrigação proporcionou maior valor; para tanto o índice de lucratividade acompanhou a mesma tendência.

Vale ressaltar que para este trabalho considerou-se a mesma eficiência da adubação tratorizada e via fertirrigação, no entanto via fertirrigação a adubação poderia ser parcelada em mais vezes durante o ciclo da cultura o que elevaria a eficiência neste sistema, principalmente em solos arenosos (comuns na região noroeste paulista), pois o fornecimento dos nutrientes respeitaria a marcha de absorção dos mesmos pela cultura.

**Tabela 5.** Lucro operacional e Índice de lucratividade para a cultura do milho irrigado por pivô central na região de Ilha Solteira - SP, 2011.

Manejo da adubação	Lucro operacional (R\$ $ha^{-1}$ )		Índice de Lucratividade (%)	
	Pivô 1	Pivô 2	Pivô 1	Pivô 2
Tratorizado	1.286,69	930,03	53,76	33,82
Fertirrigação	1.359,90	1.030,65	58,61	38,9

Em relação ao Preço de Equilíbrio observa-se que para o pivô 1 (Tabela 6) foram obtidos os menores valores; e para ambos os pivôs, o uso da fertirrigação promoveu menor valor, indicando ser vantajoso realizar a fertirrigação. Para a

Produtividade de Equilíbrio a mesma tendência foi observada, sendo que para o pivô 1 com o uso da fertirrigação, produtividades acima de 104 sacas  $ha^{-1}$  são suficientes para garantir a lucratividade.

**Tabela 6.** Preço de equilíbrio e Produtividade de equilíbrio para o milho irrigado por pivô central na região de Ilha Solteira - SP, 2011.

Manejo da adubação	Preço de Equilíbrio (R\$ $ha^{-1}$ )		Produtividade de Equilíbrio (sacas $ha^{-1}$ )	
	Pivô 1	Pivô 2	Pivô 1	Pivô 2
Tratorizado	14,96	17,19	104	120
Fertirrigação	14,5	16,56	101	115

Em relação número de ciclos de cultivo com a cultura necessário para pagar a diferença entre o investimento do adubador e do injetor de fertilizantes e acessórios, observa-se na Tabela 7

que para o pivô 1 são necessários 2 ciclos e meio da cultura do milho para pagar o investimento. Para o pivô 2, em função da maior área, este valor é alcançado já na primeira safra. Levando em



consideração que para cada ciclo da cultura foram feitas duas aplicações de fertilizantes (além da adubação de semeadura no sulco), para o pivô 1 foram necessários 5 aplicações para pagar o investimento enquanto para o pivô 2 apenas 1,8. Valores estes bem menores que o estimado por

Hernandez (1994) que trabalhando em um pivô de 70 ha seriam necessários 10,8 aplicações de fertilizantes para se recuperar o investimento, sendo que a partir deste momento o agricultor teria uma economia substancial pela diminuição do uso de máquinas agrícolas.

**Tabela 7.** Número de ciclos de cultivo com a cultura necessário para pagar a diferença do investimento entre o adubador e o injetor de fertilizantes para o milho cultivado na região de Ilha Solteira - SP, 2011.

Equipamento	Investimento
Adubador (R\$)	15.000,00
Injetor (R\$)	28.600,00
Diferença (adubador x injetor)(R\$)	13.600,00
Pagamento - ciclo da cultura - Pivô 1	2,5
Pagamento - ciclo da cultura - Pivô 2	0,9

Os resultados obtidos neste trabalho evidenciam a vantagem econômica de se praticar a fertirrigação, se constituindo uma boa prática de manejo, corroborando com as demais vantagens apontadas por Hernandez (1994), Burt et al. (1995) e Viana et al. (2002). Todavia, os procedimentos necessários para a aplicação da calda, tal como respeito à solubilidade, compatibilidade e mistura dos fertilizantes, calibração da bomba injetora, lâmina a ser aplicada e ainda uniformidade dos emissores devem merecer a devida atenção do irrigante para que a máxima eficiência da fertilização seja atingida.

### Conclusões

No presente estudo de caso, a adubação via fertirrigação, para a cultura do milho proporcionou vantagens econômicas traduzidas em maior lucratividade e rentabilidade, quando comparada com a adubação tratorizada, sendo que em pivôs maiores o retorno do investimento é alcançado em menor tempo.

### Referências

BURT, C.; O'CONNOR, K; RUEHR, T. Fertigation. San Luis Obispo, 1995, 320p.  
CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Levantamentos de safra - 2011. Disponível em: [www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br) . Acesso em 27/06/2011.

HERNANDEZ, F.B.T **Potencialidade da fertirrigação.** In: VITTI, G.C.; BOARETTO, A.E. (Ed.) Fertilizantes fluidos. Piracicaba, Potafós, 1994. p. 215-224.

MARTIN, N.B.; SERRA, R.; OLIVEIRA, M.D.M.; ÂNGELO, J.A.; OKAWA, H. Sistema integrado de custos agropecuários - "CUSTAGRI": **Informações Econômicas.** São Paulo: IEA, p.4-7, 1997.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P.F.; TOLEDO, P.N.E.; DULLEY, R.D., OKAWA, H.; PEDROSO, I.A. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v.23, n.1, p.123-139, 1976.

MENDONÇA, F.C.; MANTOVANI, E.C. Análise econômica da utilização da fertirrigação na cafeicultura na região de Araguari-MG. **Anais do II Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, p.462-470, 2001.

VIANA, P.A.; BRITO, R.A.L.; PINTO, N.F.J.A.; PITTA, G.V.E.; KARAM, D. Quimigação na cultura do milho. **Circular Técnica 18**, Sete Lagoas, 20 p. 2003.