



ESTUDO COMPARATIVO DO CUSTO DA SEMEADURA DIRETA NA CULTURA DO MILHO UTILIZANDO DUAS METODOLOGIAS

Samir Paulo Jasper, Paulo Roberto Arbex Silva e Sérgio Hugo Benez

RESUMO: O presente trabalho trata do estudo comparativo de duas metodologias (MIALHE e ASABE) utilizadas para o cálculo do custo por hectare na operação de semeadura direta na cultura do milho. A metodologia da ASABE, apresentou um custo por hectare superior em relação a proposta de MIALHE, sendo que as metodologias apresentaram custos semelhantes referentes às despesas com depreciação, alojamento e seguro. As diferenças foram que na proposta da ASABE, as maiores despesas incidiram no pagamento de juros, combustível, lubrificante e mão-obra, enquanto na metodologia de MIALHE, apenas a despesa referente a manutenção foi superior. Sendo a metodologia da ASABE mais indicada para gestão dos custos por hectare.

PALAVRAS-CHAVE: mecanização agrícola, administração rural, sistema de informação.

COMPARATIVE STUDY OF COST ON THE NO-TILLAGE IN THE CORN CULTURE USING TWO METHODOLOGIES

ABSTRACT: The present work is about a comparative study of two methodologies (MIALHE and ASABE), used to calculate the cost per hectare in the tillage operation in the culture of corn. The methodology of ASABE presents a higher cost per hectare in relation to the MIALHE proposal, being that the methodologies presents similar costs related to the depreciation expenses, accommodation and insurance. The differences were that in the ASABE proposal, the biggest expenses involved the payment of interest, fuel, lube and handwork, while in the MIALHE methodology, only the expense regarding to maintenance was more. The methodology of ASABE most suitable for management costs per hectare.

KEYWORDS: agricultural mechanization, rural management, information system.

1 INTRODUÇÃO

A A intensificação do uso da mecanização na agricultura vem exigindo novos investimentos em máquinas com maior potência e tecnologia incorporada para atender às diversas demandas das atividades agrícolas. Do ponto de vista da empresa, à medida que o número, o tamanho e a complexidade das máquinas aumentam, mais importante se torna o gerenciamento da rentabilidade do sistema (PIACENTINIL et al. 2012). A taxa anual de

mecanização aumenta pelo menos por três razões: econômica, legal e social. O uso de máquinas maximiza a produção e substitui o pagamento de mão-de-obra (RUMIN, et al. 2008), principalmente para culturas como: cana-de-açúcar (AGOSTINHO, 2011); milho (GIGLIOTTI e CATANEO, 2009)

As operações agrícolas mecanizadas devem ser planejadas de forma racional, a fim de que haja aumento da rentabilidade no campo (Toledo et al. 2010), devido esta representar um fator de grande importância para a competitividade em termos de custo, chegando a ser o segundo fator de produção mais importante, sendo inferior apenas à posse da terra. Em termos de potencial para redução dos custos de produção, a mecanização pode ser considerada como o fator principal (PELOIA e MILAN, 2010). As informações sobre o desempenho e a capacidade de trabalho das máquinas agrícolas são de grande importância no gerenciamento de sistemas mecanizados agrícolas, auxiliando na tomada de decisões. A obtenção de informações sobre o

1 Eng^o Agrônomo, Pós-Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agricultura, UNESP/Botucatu – SP, jasper@fca.unesp.br

2 Eng^o Agrônomo, Prof.(o) Doutor, Departamento de Engenharia Rural, UNESP/Botucatu – SP, Fone: (0XX14) 3880-7165, arbex@fca.unesp.br

3 Eng^o Agrônomo, Prof.(o) Doutor, Departamento de Engenharia Rural, UNESP/Botucatu – SP, Fone: (0XX14) 3880-7165, benez@fca.unesp.br

desempenho é normalmente realizada de modo manual, por meio da análise dos tempos e movimentos (OLIVEIRA et al., 2009).

Os custos de tratores e máquinas e/ou equipamentos são calculados em dois grandes grupos: os custos fixos e os custos variáveis (Mialhe, 1974; Silva et al., 2007). Em geral, custos fixos são associados à propriedade das máquinas e incluem os seguintes itens: depreciação, juros, alojamento, seguro e manutenção. Os custos variáveis dizem respeito aos dispêndios com fatores de produção variáveis, em geral, são associados aos custos operacionais e compõem-se das seguintes despesas: combustível, filtros, óleos lubrificantes, graxas, mão-de-obra, reparos e manutenção e variam de acordo com o grau de utilização destas máquinas.

A partir desta categorização geral dos custos de máquinas tem duas metodologias propostas: MIALHE (Mialhe, 1974) e ASABE (Asabe, 2006).

Além da diversidade de métodos para determinação de custos em pesquisa junto a 114 produtores rurais em Kansas (EUA), consideraram difícil a estimativa dos custos totais de máquinas em função da extrema variabilidade nas condições e formas de operação a campo (FAIRBANKS et al., 1971).

Com base no exposto, o objetivou com o trabalho comparar o custo operacional por hectare da semeadura direta na cultura do milho, em função de duas metodologias citadas, com base em dados de campo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP, na Fazenda Experimental Lageado (Botucatu, SP) durante o ano agrícola de 2011/2012. A área se localiza geograficamente entre as coordenadas 22° 41' Latitude Sul e 48° 34' de Longitude Oeste, altitude média de 770 m e o clima classificado, segundo Koopler, como Cwb. Antecedendo ao ensaio foram semeadas em junho 2011, para a formação de palha na área experimental, as culturas do triticale (*Triticum triticosecale*) e aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), em novembro de 2011, a cultura do milho (*Zea mays* L.). Os resultados da análise granulométrica na camada de 0,00-0,20 m apresentaram os valores médios de 106, 234 e 660 g kg⁻¹ para areia, silte e argila, respectivamente, sendo o solo classificado como argiloso.

Os equipamentos utilizados na operação de semeadura do milho, como as características e o valor de aquisição são apresentados na Tabela 1. Os preços de aquisição foram obtidos junto ao Agriannual de equipamento com as mesmas características ou similar (AGRIANUAL, 2013).

Tabela 1: Equipamentos e utilizados no ensaio, suas características e valor de mercado.

Equipamento	Marca	Características	Valor de Aquisição (R\$)	Vida Útil (L)	Horas Anos (N)
Trator	Massey Ferguson, Modelo MF283	TDA, potência de 86 CV/ 63,2 KW	98.000,00	12	1000
Semeadora Adubadora	Marchesan, Modelo PST2	4 linhas espaçadas de 0,90m	48.195,00	8	480

Para obtenção dos dados de velocidade de deslocamento e consumo de combustível, utilizou-se um equipamento denominado Micrologger 21X, marca Campbell Scientific, para monitorar os dados provenientes dos sinais gerados pelo medidor de combustível. Para armazenar os dados foi utilizado um módulo de armazenamento externo Storage module SM 196. Utilizou-se um fluxômetro, marca Flowmate, modelo Oval M-III, com precisão de 0,01 mL.

A velocidade de deslocamento foi determinada através do sistema de aquisição de dados. O tempo gasto para percorrer cada parcela correspondeu ao produto da quantidade de registro por parcela e o intervalo de tempo, em segundos, entre cada registro.

A demanda de tempo operacional foi obtida por meio da relação inversa da capacidade de campo operacional, sendo esta da relação entre a área útil da parcela trabalhada e o tempo gasto no percurso da parcela, por meio da equação (1):

$$DT = \frac{A}{CO} \therefore CO = \frac{A_{tr}}{\Delta_t} \cdot 0,36$$

onde:

DT - demanda de tempo (h. ha⁻¹)

A - área trabalhada (ha)

CO - capacidade de campo operacional (ha. h⁻¹)

A_{tr} - área útil da parcela trabalhada (m²)

Δ_t - tempo gasto no percurso da parcela experimental (s)

0,36 - fator de conversão

Determinação de custos – Aspectos Metodológicos

As metodologias para determinação de custo utilizadas neste trabalho estão descritas a seguir iniciando-se pela metodologia baseada em Mialhe (1974), onde os custos

são divididos em fixos e variáveis. A Tabela 2 contém as fórmulas e equações utilizadas nos cálculos.

Tabela 2: Fórmulas e equações utilizadas no cálculo.

Nº	Equações
(2)	$D = \left[\frac{(VI - VF)}{L} \right] \cdot \left(\frac{1}{N} \right)$
(3)	$J = \left[\frac{(VI + VF)}{2} \right] \cdot \left(\frac{T_j}{100} \right) \cdot \left(\frac{1}{N} \right)$
(4)	$A = \frac{(T_a / 100) \cdot VI}{N}$
(5)	$S = \frac{(T_s / 100) \cdot VI}{N}$
(6)	$M = \frac{(T_m / 100) \cdot VI}{N}$
(7)	$CMO = \frac{SAL + ES}{NT}$
(8)	$CHC = P_c \cdot GH$
(9)	$CHL = P_L \cdot CML$
(10)	$CHG = P_G \cdot CMG$
(11)	$CV = CHC + CHL + CHG$
(12)	$CT = D + A + S + M + CMO + CV$

Os custos fixos nesta metodologia são dados por depreciação, juros, alojamento, manutenção e mão-de-obra. A depreciação (2) é estimada pelo método linear, que implica numa redução constante do valor do equipamento para cada ano de vida útil, onde: D depreciação horária; VI valor de aquisição; VF valor final ou residual (10% do VD); L vida útil em anos; N número de horas de uso por ano.

O custo de corrente dos juros J (3) reflete o custo de oportunidade do capital e foi determinado multiplicando-se um percentual TJ (taxa de juro – 8,75%) sobre o valor médio do capital.

O custo de alojamento A (4) refere-se aos juros do capital utilizado na construção e manutenção do galpão para o abrigo da máquina e calculado pela aplicação de um percentual Ta (1,0%) sobre o valor de aquisição do bem.

O custo do seguro S (5) é o valor alocado para realizar a cobertura de riscos contra acidentes, incêndios, roubos ou outra causa que possa provocar perda do bem. Foi estimado pela aplicação de um percentual Ts (2,0%) sobre o valor de aquisição do bem, e dividido pelo número de horas de uso ao ano N.

O custo de manutenção M (6) varia em função do grau de utilização, conservação e manutenção do bem e da habilidade dos funcionários, determinada admitindo-se

um percentual (10% para o trator e 8% para semeadora) sobre o valor de aquisição do bem.

O custo-horário de mão-de-obra CMO (7) foi estimado pelo salário (SAL) e encargos sociais (ES) por período, divididos pelas horas efetivamente trabalhadas (NT) no período.

Para operações agrícolas consideram-se, entre os custos variáveis, o combustível, graxa e óleos lubrificantes. A determinação do consumo horário de combustíveis baseia-se no preço do combustível PC (R\$ 1,89 L-1) (Fundação ABC, 2011) e no consumo horário de combustível GH pela máquina agrícola, chegando-se a equação (8).

O custo horário com óleos lubrificantes CHL baseia-se no preço do óleo lubrificante PL (R\$ 15,84 L-1) (Fundação ABC, 2011) e no consumo médio do óleo lubrificante do trator CML, em razão da potência do trator, conforme a equação (9). Da mesma forma, considera-se a quantidade de graxa usada para lubrificação do trator, em função do custo do quilo de graxa PG (R\$ 14,49 Kg-1 [13]) e no consumo médio horário de graxa CMG, o custo horário com graxa CHG foi calculada pela equação (10) e a partir destas estimou-se o custo total variável CV, através da expressão (11).

O custo horário total CT estimado, que é dado pela expressão (12).

Outra metodologia utilizada foi a da ASABE (2006), aonde os custos também foram divididos em fixos e variáveis. A Tabela 3 contém as principais formulas e equações utilizadas nos cálculos.

Tabela 3: Fórmulas e equações utilizadas no cálculo do custo, segundo a metodologia da ASABE.

Nº	Equações
(13)	$J = \left[\frac{(VI + VF)}{2} \right] \cdot \left[\frac{T_j \cdot (1 + T_j)^N}{(1 + T_j)^N - 1} \right]$
(14)	$M = \frac{VI \cdot FR_1 \cdot \left(\frac{h}{1000} \right)^{FR_2}}{N}$
(15)	$CMO = \frac{SM \cdot 1,25}{NT}$
(16)	$CHC = P_c \cdot (0,157 \cdot POT)$
(17)	$CHLG = 0,15 \cdot CHC$
(18)	$CV = CHC + CHLG$
(19)	$CT = D + A + S + M + CMO + CV$

Os custos fixos nesta metodologia são dados por depreciação, juros, alojamento, manutenção e mão-de-

obra. Para o cálculo da depreciação, utilizou-se o método linear, descrito na metodologia anterior.

O custo do juro **J** (13), nesta metodologia, foi determinado através do juro composto, sendo que percentual T_J (taxa de juro – 8,75%) incide, também, sobre os juros e o preço médio do bem. O custo de alojamento e de seguro foi obtido pela metodologia descrita anteriormente.

O custo de manutenção **M** (14) nesta metodologia considera o número de horas que a máquina foi utilizada, além de coeficientes tabelados denominados fatores de reparos 1 e 2 (Trator – RF1 = 0,003 e RF2 = 2,0; Semeadora – RF1 = 0,32 e RF2 = 2,1).

O custo-horário de mão-de-obra **CMO** (15) foi calculado através do salário médio **SM**, por hora, incluindo neste todas as despesas com encargos sociais, dividido pelo número de horas efetivamente trabalhadas (**NT**).

Para operações agrícolas consideram-se, entre os custos variáveis, o combustível, graxa e óleos lubrificantes. O consumo horário baseia-se no preço do combustível P_C (R\$ 1,89 L⁻¹) (Fundação ABC, 2011) e no consumo horário de combustível, este calculado através da potência do trator **POT** multiplicado pelo coeficiente de consumo específico de diesel por hora. Assim, o custo horário com combustível **CHC** foi calculado pela equação (16).

O custo horário com óleos lubrificante e graxo **CHLG** corresponde a 15% do custo despendido com combustível, conforme a equação (17). A partir destas estimou-se o custo total variável **CV**, através da expressão (18). E finalmente, o custo horário total **CT** estimado, que é dado pela expressão (19).

Para ambas as metodologias, o cálculo do custo da mão-de-obra, considerou-se o tratorista e um funcionário recebendo salários de R\$ 2.000,00 e R\$ 1.000,00 ao mês, respectivamente, com acréscimo de 96,27% de encargos sociais (13º salário, férias e INSS). Efetuou-se a conversão em custo horário de mão-de-obra, sendo consideradas 8 horas diárias de trabalho e 20 dias por mês (HOFFMAN, et al. 1981).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelas metodologias de MIALHE e ASABE o custo por hectare para operação de semeadura direta do milho foi dado pela somatória dos seguintes custos (Tabela 4): depreciação, juros, manutenção, taxa (seguros + abrigo), combustível, lubrificante (inclui despesas com graxa) e mão-de-obra.

Tabela 4: Comparação dos custos por hectare do conjunto motomecanizado (trator + semeadora-adubadora) nos dois métodos em estudo.

Custo	Trator		Semeadora-Adubadora		Conjunto Motomecanizado	
	MIA LHE	ASA BE	MIA LHE	ASA BE	MIA LHE	ASA BE
	R\$. ha ⁻¹	R\$. ha ⁻¹	R\$. ha ⁻¹	R\$. ha ⁻¹	R\$. ha ⁻¹	R\$. ha ⁻¹
Depreciação	4,59	4,59	7,06	7,06	11,65	11,65
Juros	2,95	4,65	3,02	8,65	5,97	13,30
Alojamento	0,61	0,61	0,63	0,63	1,24	1,24
Seguro	1,23	1,23	1,26	1,26	2,48	2,48
Manutenção	6,13	0,18	6,28	4,16	12,40	4,35
Mão-de-obra	23,00	28,75			23,00	28,75
Combustível	12,32	15,95			12,32	15,95
Lubrificantes e Graxas	1,04	2,39			1,04	2,39
Total	51,87	58,35	18,24	21,76	70,11	80,11

E em relação aos custos fixos da Tabela 4, as despesas relacionadas a depreciação, tanto na metodologia da ASABE como a de MIALHE apresentaram o mesmo valor de R\$ 11,65 ha⁻¹, porém com participação diferente no custo por hectare na operação de semeadura corresponde a 14,55% e 16,62% respectivamente.

As despesas relacionadas aos juros (Tabela 4), para o método da ASABE apresentou um custo de R\$ 13,30 ha⁻¹ e a de MIALHE um custo de R\$ 5,97 ha⁻¹, resultando numa diferença de R\$ 7,33 ha⁻¹, este acréscimo ocorreu devido a proposta da ASABE considerar o juro composto e proposta de MIALHE análise do efeito do tempo sobre o investimento através do juro simples. Observa-se que o juro corresponde na metodologia da ASABE a 16,00%, enquanto na metodologia de MIALHE a 8,51%.

Na Tabela 5, os valores referentes às taxas, relacionados ao abrigo e seguro, apresentaram os mesmos valores de R\$ 5,95 ha⁻¹, porém no método da ASABE correspondeu a 4,64% do custo por hectare da operação de semeadura, para a proposta de MIALHE foi de 5,31%.

Analisando os custos inerentes a manutenção, observa-se, primeiramente, que na proposta da ASABE os valores foram praticamente três vezes menores do que na proposta do MIALHE, devido, principalmente, as máquinas serem novas, este método considera que os custos com manutenção nas primeiras horas de uso são menores, representando 5,43% do custo da operação de semeadura por hectare. Na metodologia de MIALHE a manutenção foi de R\$ 19,84 ha⁻¹ (Tabela 4), correspondendo a 12,40% do custo da operação de semeadura na cultura do milho, este método considera que o custo de manutenção ocorre de forma constante e igualitária durante todo o período de vida útil das máquinas e implementos.

Voltando a análise da Tabela 4, observa-se que o custo do combustível foi de R\$ 15,95 ha⁻¹ na proposta da ASABE, sendo superior a quase 30% em relação a metodologia de MIALHE, com valor de R\$ 12,32 ha⁻¹, esta diferença deve-se a metodologia da ASABE calcular o consumo de combustível através da potência do motor e a na proposta de MIALHE o consumo horário de combustível foi determinado através de um fluxômetro. Os custos relacionados aos combustíveis representaram 19,91% e 17,57% do custo por hectare na operação de semeadura na cultura do milho para metodologia da ASABE e de MIALHE, respectivamente.

A respeito das despesas envolvidas na lubrificação das máquinas e implementos (Tabela 4), a proposta da ASABE apresentou um custo de R\$ 2,39 ha⁻¹, em torno de três vezes superior, do que a metodologia de MIALHE, devido ao fato da proposta da ASABE considerar a despesa da lubrificação uma porcentagem das despesas inerentes ao combustível. A metodologia do MIALHE considerou um consumo médio dos lubrificantes e graxas envolvidas nesta atividade. A etapa de lubrificação correspondeu 2,99% do custo da operação de semeadura por hectare no método da ASABE e 1,49% na proposta do MIALHE. As despesas envolvidas na mão-de-obra representaram 35,89% e 32,81% do custo da mecanização para as metodologias da ASABE e do MIALHE, respectivamente. A participação da mão-de-obra foi maior na proposta da ASABE devido ao fator de correção de 25% da própria metodologia, a diferença de custo em relação à metodologia de MIALHE foi o próprio fator de correção. Ressalta-se que as duas metodologias levaram em consideração os encargos sociais (MERCANTE et al., 2010).

4 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos e as discussões apresentadas neste trabalho, as seguintes conclusões podem ser destacadas:

1. A metodologia do MIALHE retrata um custo mais baixo por hectare, no momento da operação semeadura, para tanto é necessário a presença do trator e máquina e/ou implemento;
2. A proposta ASABE (2002) apresenta um custo maior por hectare, com auxílio de coeficientes, porém não é necessário a presença do trator e máquinas ou implementos para determinação deste custo, sendo mais indicado para gestão de custos de conjuntos motomecanizados.

5 REFERÊNCIAS

Agostinho J. M. F. da S. O aumento da rentabilidade do milho no Minho: eficiência do uso da água e redução dos custos associados à rega e à fertilização. *Ciências Agrárias*, 34 (1): 24-41, 2011.

Agriannual – Anuário da agricultura brasileira. São Paulo. 2013.

ASABE – American Society of Agricultural and Biological Engineers. Standards 2006. Agricultural machinery management. St. Joseph, 2006. ASAE EP 495.5

Fairbanks G. E.; Larson G.H.; Chung D.S. Cost of using machinery. *Transactions of the ASAE*, 14 (1): 98-101, 1971.

Fundação ABC - Custo de mecanização agrícola. Castro: Circular técnica n.º 55, Castro. 2011.

Giglioti F.; Cataneo A. Comparação dos sistemas de remuneração nas colheitas mecanizada e manual em uma usina de açúcar e álcool da região de Bariri – SP. *Energia na Agricultura*, 24 (4): 50-64, 2009.

Hoffman, R. et al. *Administração da empresa agrícola*. 3. ed. São Paulo: Pioneira, 1981.

Mercante E.; Souza E. G. de; Johann J. A.; Gabriel Filho A.; Uribe-Opazo M. A. PRAPRAG - software para planejamento racional de máquinas agrícolas. *Engenharia Agrícola*. 30 (2): 322-333, 2010.

Mialhe L. G. Manual de Mecanização Agrícola. São Paulo, 1974.

Oliveira D.; Lopes E. S.; Fiedler N. C. Avaliação técnica e econômica do forwarder em extração de toras de pinus. *Scientia Forestalis*, 37 (84): 525-533, 2009.

Peloia P. R.; Milan M. Proposta de um sistema de medição de desempenho aplicado à mecanização agrícola. *Engenharia Agrícola*, 30 (4): 681-69, 2010.

Piacentini L.; Souza E. G. ; Uribe-Opazo M. A.; Nóbrega L. H. P.; Milan M. Software para estimativa do custo operacional de máquinas agrícolas – MAQCONTROL. *Engenharia Agrícola*, 32 (3): 609-623, 2012.

Rumin C. R.; Navarro V. L.; Perito N. W. Trabalho e saúde no *agrobusiness* paulista: estudo com colhedores manuais de cana-de-açúcar da região oeste do Estado de São Paulo. *Cadernos de Psicologia Social do Trabalho*, 11 (2): 193-207, 2008 .

Silva F. D. C. Da; Silva A. C. B. Da; Vasconcelos M. T. De C.; Campelo S. M. Comportamento dos custos: uma investigação empírica acerca dos conceitos econométricos sobre a teoria tradicional da contabilidade de custos. *Revista Contabilidade & Finanças*, 18 (43): 61-72, 2007.

Toledo A.; Furlani C. E. A.; Silva R. P.; Lopes A.; Dabdoub M. J. Comportamento espacial da demanda energética em semeadura de amendoim em latossolo sob preparo convencional. *Engenharia Agrícola*, 12 (30): 459-467, 2010.