

Análise de eficiência da produção de alface no noroeste de São Paulo

Efficiency analysis of lettuce production in the northwest of the State of São Paulo

Jaqueline Bonfim de Carvalho^{1*}, Omar Jorge Sabbag²

Resumo: A alface é considerada a folhosa mais importante, cultivada e consumida mundialmente. O seu cultivo gera renda para pequenos e médios produtores, além de movimentar grande volume de recursos em sementes, adubos, defensivos e mão de obra. Entretanto, como qualquer outra exploração econômica, as medições de desempenho podem oferecer indicadores e referências para melhoria desta atividade. Objetivou-se com este trabalho avaliar o grau de eficiência de unidades produtoras de alface em Ilha Solteira, região Noroeste de São Paulo. Metodologicamente, questionários foram aplicados a uma amostragem de produtores do município, os quais foram classificados em eficientes e ineficientes, quanto aos perfis socioculturais e tecnológicos. Para a compilação das medidas de eficiência, foi aplicada a técnica de Análise Envoltória de Dados (DEA – Data Envelopment Analysis) para retornos constantes de escala, com orientação input, tomando como variáveis, mão de obra, irrigação, adubação e investimento. Os resultados mostraram que 20% das propriedades foram eficientes e que a unidade produtiva com menor desempenho deve minimizar o uso de insumos em 71% para se tornar eficiente, salientando o uso racional dos recursos na produção. Recomenda-se maior atenção aos produtores ineficientes, sobretudo em relação aos desperdícios do processo produtivo, na qual a técnica avalia e auxilia no processo de tomada de decisão no processo de transformação insumo-produto.

Palavras-chave: Análise DEA. Desempenho. Gestão. *Lactuca sativa* L.

Abstract: Lettuce is considered the most important leaf vegetable grown and consumed worldwide. Its cultivation generates income for small and medium producers, and moves a large amount of such resources as seed, fertiliser, pesticide and labour. However, similar to any other form of economic exploitation, performance measurement can provide indicators and references for an improvement of the activity. The aim of this work was to evaluate the level of efficiency of units producing lettuce in Ilha Solteira, in the northwest region of the state of São Paulo, Brazil (SP). As part of the methodology, questionnaires were given to a sample of the producers in the area, which were classified as efficient or inefficient, as regards their socio-cultural and technological profiles. For compiling the efficiency measurements, the technique of Data Envelopment Analysis (DEA) was applied for constant returns to scale with input orientation, taking as the variables, labour, irrigation, fertilisation and investment. The results showed that 20% of the properties were efficient, and that the production unit with the lowest performance should reduce the use of material by 71% in order to become efficient, emphasizing the rational use of resources in production. A greater attention to inefficient producers is recommended, particularly in relation to wastage in the production process, where the technique can evaluate and assist in the decision-making process in the transformation of raw material into product.

Key words: DEA. *Lactuca sativa* L. Management. Performance.

*Autor para correspondência.

Enviado para publicação em 08/08/2014 e aprovado em 18/06/2015.

¹Engenheira Agrônoma, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - FEIS - UNESP - Av. Brasil Centro, 56, Ilha Solteira/SP, Brasil, jaquecarvalho.agro@gmail.com

²Docente do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócioeconomia (DFTASE). - FEIS/UNESP- campus de Ilha Solteira/SP, Brasil, sabbag@agr.feis.unesp.br

INTRODUÇÃO

Originária da bacia do Oriente Médio e pertencente à família Asteraceae (Compositae), a alface (*Lactuca sativa* L.) é consumida *in natura* durante sua fase vegetativa (KRAUSE-SAKATE *et al.*, 2008). Sendo uma das folhosas mais plantadas e consumidas no Brasil, não obstante as diferenças climáticas e os hábitos de consumo representa uma cultura importante no cenário nacional, com uma área plantada de aproximadamente 35 mil ha em sistema intensivo (COSTA; SALA, 2005). Segundo a ABCSEM (Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudanças), a alface movimentou em 2014, em média um montante de R\$ 8 bilhões apenas no varejo, com uma produção de mais de 1,5 milhão de toneladas ao ano (FAEMG, 2015).

De acordo com os dados da Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), o volume comercializado para o ano de 2013 foi de 52.408 toneladas, sendo a alface crespa responsável pela produção de 23.296 toneladas, correspondendo a 44,45% do volume comercializado no Estado (AGRIANUAL, 2015).

Sendo uma prática muito difundida e de grande importância econômica em todo território brasileiro, o cultivo da alface gera renda para pequenos e médios produtores, além de movimentar grande volume de recursos em sementes, adubos, defensivos e mão de obra (HENZ; SUINAGA, 2009). Como qualquer atividade agrícola, sob a ótica de gestão, deve-se avaliar o desempenho de sua unidade produtiva, por meio do conceito de eficiência. Sendo assim, avaliar a eficiência tem importância tanto para fins estratégicos, quanto para o planejamento e para a tomada de decisão (GOMES *et al.*, 2003).

Desta forma, a hipótese de se avaliar a eficiência na produção de alface permite mapear produtos com menor consumo de recursos, o que pode levar, por sua vez, a uma maior rentabilidade de quem produz. Neste sentido, um método de produção é eficiente do ponto de vista tecnológico, quando se emprega o menor nível de insumos (recursos ou fatores de produção) possível para produzir um nível dado de produção; e esta, para ser economicamente eficiente, requer a máxima eficiência técnica (PENÃ, 2008).

A eficiência de uma unidade de produção pode ser medida por meio da comparação entre valores observados e valores ótimos de seus produtos (saídas), com seus respectivos recursos utilizados no ciclo produtivo (insumos) (GOMES; MANGABEIRA, 2004).

Ademais, a melhoria da eficiência nos sistemas de produção pode ser obtida de diversas formas, dentre elas: manejo racional dos fatores de produção, como controle no uso da irrigação e mão de obra empregada. Outro fator de destaque refere-se ao fato de que o desenvolvimento agropecuário tem uma relação direta com o perfil da gestão, ou seja, ao adquirir produtos de melhor qualidade, o

produtor rural necessita desenvolver cada vez mais técnicas tanto na área de produção, quanto no gerenciamento de sua propriedade (SEGALA; SILVA, 2007).

A inexistência de homogeneidade entre propriedades rurais é uma das armadilhas referidas em Dyson *et al.* (2001). Neste contexto, corroborado por Alves *et al.* (2009), o conjunto de DMU's representa as combinações eficientes de *inputs* que resultam em *outputs*, com os mesmos objetivos, trabalhando nas mesmas condições de mercado e com autonomia na tomada de decisões. Em outras palavras, por meio da análise DEA, se avalia a eficiência relativa de unidades produtivas que desenvolvem o mesmo tipo de atividade e que se diferenciam somente pela quantidade de *inputs* utilizados ou pela quantidade de *outputs* gerados, tratando-se de um modelo importante para definir estratégias na produção agrícola.

Essa avaliação pode ser feita por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA – *Data Envelopment Analysis*), que se tem mostrado atrativa em diversos setores de aplicação, dentre os quais políticas de gastos com saúde (FARIA *et al.*, 2008) e análise de desempenho no sistema bancário (MACEDO e BARBOSA, 2009). A técnica DEA verifica se cada unidade opera de maneira adequada ou não, relativamente a um elenco específico de recursos utilizados e de resultados obtidos, em comparação com unidades consideradas similares por seus administradores, sem a necessidade de conhecer *a priori* qualquer relação de importância (pesos) entre as variáveis consideradas.

O emprego de modelos DEA em agricultura pode apoiar as decisões dos agricultores, ao indicar as fontes de ineficiência e as unidades que podem servir de referências às práticas adotadas (GOMES *et al.*, 2003). Neste sentido, Santos *et al.* (2005) também avaliaram a eficiência técnica em propriedades leiteiras na região de Viçosa e reforçaram a importância de atenção dos técnicos na averiguação de desperdícios no uso de recursos em propriedades ineficientes, visando melhorar as condições dos produtores. Também a sustentabilidade agrícola foi avaliada por Gomes *et al.* (2009), os quais analisaram o desempenho econômico-ambiental e inferiram que os produtores eficientes (referentes) garantiram a manutenção de seus sistemas de produção e a sustentabilidade.

Vale ressaltar que isso facilita muito o processo decisório, pois ao invés de considerar vários índices para concluir a respeito do desempenho da empresa ou da unidade em análise, o gestor se utiliza apenas da medida de eficiência da DEA. Além disso, existem outras informações oriundas dessa metodologia que podem ser utilizadas para auxiliar a empresa ou unidade na busca pela excelência (RODRIGUES, *et al.*, 2011).

Desse modo objetivou-se com esse trabalho avaliar o desempenho de sistemas de produção de alface no município de Ilha Solteira/SP, com vistas a classificar os produtores em dois grupos (eficientes e ineficientes).

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados nessa pesquisa foram provenientes de questionários diagnósticos, aplicados em março de 2014, junto a produtores de alface da região Noroeste de São Paulo, com maior especificidade ao município de Ilha Solteira/SP (Figura 1), com coordenadas geográficas 20°38'44" de Latitude Sul e 51°06'35" de longitude Oeste e com altitude média de 335 m.

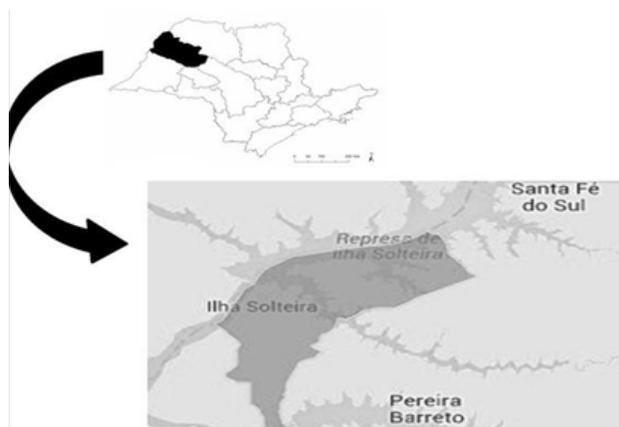


Figura 1 - Mesorregião de Araçatuba, com destaque ao município de Ilha Solteira/SP.

Figure 1 - Mesoregion of Araçatuba, in particular the area of Ilha Solteira, SP.

A amostragem foi delimitada aos produtores de alface que utilizavam cultivo protegido nos canteiros (estufas e/ou sombrite) e sistema de irrigação para o ciclo de cultivo. Para justificar a quantidade de unidades analisadas, segundo Ali e Seiford (1993), é necessário que o número de unidades de produção seja, pelo menos, duas vezes o número de insumos (X) e produtos (Y), ou seja, $\geq 2(X + Y)$, encaixando-se perfeitamente na definição de DMU's (*Decision Making Units* ou unidades tomadoras de decisão) a serem analisadas pela técnica DEA. Baseando-se neste critério, dez unidades foram consideradas suficientes para que a análise tenha resultado satisfatório.

Para o estabelecimento do modelo, foram necessárias duas matrizes de dados, uma contendo os insumos e outra relacionada com produtos. A matriz X, de ordem $k \times n$, foi composta por insumos, utilizados por n produtores. Já a matriz Y, de ordem $m \times n$, foi composta por m produtos, produzidos pelos n produtores. Ressalta-se, ainda, que as variáveis usadas na modelagem DEA na área agrícola representam, na maioria dos casos, as relações clássicas de capital e trabalho (GOMES, 2008).

Neste trabalho, foram utilizadas cinco variáveis, correspondendo aos insumos ($k = 4$), e uma relacionada com produtos ($m = 1$) sendo elas: mão de obra empregada

e irrigação (em horas ciclo⁻¹), adubação (frequência) e investimentos, referentes aos principais gastos com a infraestrutura, como filmes agrícolas, tela sombrite, sustentação de arame, arcos e palanques de madeira e conjunto de irrigação (R\$); bem como um *output*, referente à produção (maços por ciclo). Destaca-se que as unidades experimentais possuíam tamanho de lote homogêneo e utilizavam a mesma variedade de alface (Tainá), sob as mesmas condições edafoclimáticas, justificando a escolha do modelo adotado para a análise.

Assim, foi atribuído o modelo CCR, desenvolvido por Charnes *et al.* (1978), que trabalha com retornos constantes de escala, ou seja, qualquer variação nas entradas (*inputs*) produz variação proporcional nas saídas (*outputs*), por meio da fórmula:

Min h_0 sujeito à:

$$h_0 x_{io} \geq \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \quad \forall i, \quad y_{j0} \leq \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k, \quad \forall j, \quad \text{e } \lambda_k \geq 0, \quad \forall k$$

em que: h_0 é a medida radial de eficiência técnica; y_i é o valor do *output* i ; x_j é o valor do *input* j e λ_k é a importância da DMU¹ k como referência para DMU₀.

Assim, o modelo CCR é utilizado para calcular o indicador da eficiência produtiva, ou seja, se uma unidade é considerada eficiente do ponto de vista da eficiência produtiva, ela servirá de referência (*benchmark*) para as demais unidades. A partir do modelo de retornos constantes (CCR), é possível a realização de uma análise de eficiência mais restrita, permitindo mensurar a eficiência técnica das propriedades, considerando as quantidades de insumos aplicados em comparação ao valor de produção obtido.

Adicionalmente, o modelo CCR desconsidera os ganhos de escala quando calcula a eficiência, assim a eficiência relativa de uma DMU é obtida por meio da divisão entre a sua produtividade e a maior produtividade dentre as DMU's analisadas na observação, determinando-se a eficiência total. Isto quer dizer que serão eficientes as empresas que tiverem um melhor resultado da divisão entre *output* e *input*.

A orientação aplicada foi dada aos *inputs*, considerando a minimização da utilização dos principais fatores determinantes, dada a produção (*output*) obtida nas unidades produtoras de alface; de outra forma, deseja-se verificar se a produção atual justifica a quantidade de insumos empregados no ciclo produtivo. No caso do modelo utilizado ser o CCR, a orientação é explicada pelo fato da fronteira desse modelo ser uma reta com ângulo de 45°, conforme Figura 2.

O desenvolvimento do trabalho pauta-se em uma caracterização de medida de eficiência, que faz com que a decisão fique orientada por um único indicador, construído a partir de abordagens de desempenho diferentes (análise

¹DMU = *Decision making units* ou unidades tomadoras de decisão; neste caso, as unidades produtoras de alface.

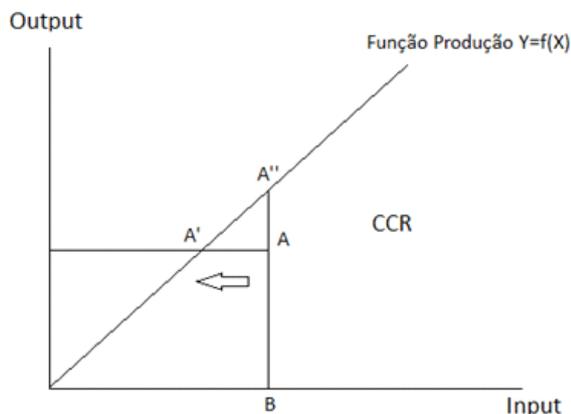


Figura 2 - Orientação do modelo matemático, com destaque à orientação input.

Figure 2 - Orientation of the mathematical model, particularly input orientation..

multicriterial), facilitando o processo decisório. Ao invés de considerar vários índices para concluir a respeito do desempenho da empresa ou da unidade sob análise do gestor, o referencial adotado se utiliza apenas da medida de eficiência do DEA, por meio de método não paramétrico em que mede a variabilidade dos resultados de forma indireta, sendo simplificado quando comparado aos paramétricos, viabilizando assim pesquisas de temas relevantes para as unidades agropecuárias.

Após a coleta de dados, estes foram tabulados em plataforma Excel[®] e submetidos ao auxílio do *software* SIAD – versão 3.0 (Sistema Integrado de Apoio à Decisão), apresentado por Ângulo Meza *et al.* (2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estatísticas descritivas das variáveis de análise de eficiência das unidades produtoras de alface são apresentadas na Tabela 1. O investimento médio total foi de R\$ 22.667,93, com uma amplitude de R\$ 36.982,96, em razão do tamanho da propriedade, benfeitorias como estufas/sombrite e materiais para uso da irrigação, correspondendo

aos custos de produção, inferindo que a amplitude de valores entre *inputs-output* justifica a variabilidade entre as classes de eficiência.

Em se tratando da importância do cultivo protegido como parte dos investimentos no sistema de produção da alface, por se tratar de uma planta de clima ameno, principalmente no período de crescimento vegetativo, a ocorrência de temperaturas mais elevadas acelera o ciclo da cultura e dependendo do genótipo, pode resultar em plantas menores (HENZ; SUINAGA, 2009). A planta em temperaturas elevadas emitirá o pendão floral precocemente, tornando-se imprópria para a comercialização e consumo (SANCHEZ, 2007). Neste sentido, Knott (1962) cita que a faixa de temperatura adequada ao desenvolvimento e produção da alface encontra-se entre 15 e 24 °C, sendo a mínima de 7 °C.

O desvio padrão para o *input* investimentos justificou-se pela magnitude correspondente à produção mínima e máxima de alface, com média de 1.100 maços por ciclo. O *input* mão de obra exibe uma variabilidade de 1.620 horas ciclo⁻¹ da cultura. Segundo Rezende *et al.* (2005), as operações manuais representam a maior proporção de custos operacionais; dessa forma, justifica-se a necessidade de se ter eficiência nesse insumo, para obter menor custo e maior produção.

Já para o *input* irrigação tem-se média de 34 horas por ciclo; entretanto, por se tratar de uma folhosa e possuir grande área de transpiração, a irrigação é uma tecnologia indispensável para o suplemento de água para a cultura (AZEVEDO *et al.*, 2000).

Segundo Santos *et al.* (2014), o clima quente e seco prejudicou grande parte da produção de alface na região paulista na safra 2013/2014. Muitos produtores estimaram perdas de até 30% nas propriedades. As plantas não se desenvolveram corretamente, resultando em pequeno porte, cabeças deformadas e apresentando folhas secas, murchas e amareladas. Tais condições reforça a importância do cultivo em ambiente protegido e uso de irrigação para a alface.

A adubação foi utilizada somente uma única vez, no momento do pré-plantio, em todas as DMU's analisadas, não sendo uma variável constituinte para avaliar o grau de eficiência, uma vez que todas utilizaram a mesma quantidade desse *input*. Fernandes *et al.* (2007), recomendam que no

Tabela 1 - Estatística descritiva das variáveis de unidades produtoras de alface, Ilha Solteira/SP, 2014.

Table 1 - Descriptive statistics of the variables for lettuce-production units, Ilha Solteira, SP, 2014

Variáveis	Unidade	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Investimentos (I1)	R\$	22.667,93	13.391,42	2.840,50	39.823,46
Mão de obra (I2)	horas por ciclo	630	601	300	1.920
Irrigação (I3)	horas por ciclo	34	52	15	160
Produção (O1)	Maços por ciclo	1.100	2561	300	7.000

Tabela 2 - Distribuição por classe de eficiência de unidades produtoras de alface (modelo DEA-CCR I). Ilha Solteira/SP, 2014

Table 2 - Distribution by efficiency class for lettuce-production units (model DEA CCR-I). Ilha Solteira, SP, 2014

Classe de eficiência	%	Mão de Obra (média)	Irrigação (média)	Investimento (média)	Produção (média)
0 – 0,29	10	560	160	14.427,08	600
0,3 – 0,49	20	405	28	22.667,93	700
0,5 – 0,69	20	500	30	17.653,77	1.075
0,7 – 0,89	20	480	34	11.153,13	1.150
0,9 – 1,00	30	1.480	77	36.562,93	4.983

geral, a adubação para hortas, deve ser realizada em uma única dosagem, 20 dias antes da sementeira, misturando-se bem com a terra dos canteiros, podendo ser utilizados esterco animal ou composto orgânico.

De acordo com a Tabela 2, observa-se a distribuição dos produtores por classe de eficiência², permitindo classificá-los entre eficientes e ineficientes. A classe de eficiência 0,9 – 1,00 corresponderam a 30% da amostra (sendo 20% com eficiência técnica em 100%), com investimentos médios em R\$ 36.562,93, em 1.480 horas de trabalho por ciclo e uso de irrigação em 77 horas.

Como exemplo, a mão de obra apresenta uma produção média de 3,37 maços hora⁻¹ para a classe de eficiência máxima, produzindo três vezes mais que a classe de menor eficiência (1,07 maços hora⁻¹). Nota-se que a mão de obra passa necessariamente pelo desenvolvimento da habilidade de administrar de forma eficiente a exploração, onde o que falta não é quantidade em si, mas a qualidade refletida em seu gerenciamento no uso de recursos, sendo cada vez mais uma pré-condição para sustentabilidade e aumento de produtividade dos produtores.

A produtividade é obtida pela razão entre o que foi produzido e o que foi utilizado para produzir (MELLO *et al.*, 2005). De maneira geral, avaliações de produtividade e eficiência são muito focadas apenas na produtividade como indicador, e segundo Gomes *et al.* (2003), estes conceitos podem ser equivocados, por não considerarem outros indicadores importantes para a medida de eficiência, como mão de obra, que trabalhada de maneira racional, e representa grande expressividade na redução dos custos no ciclo produtivo.

No conjunto das DMU's analisadas, a *input* irrigação se apresenta de forma em que tem-se a classe de maior eficiência com média de 65 maços hora⁻¹ irrigada e para a classe de menor eficiência uma média de quatro maços hora⁻¹. Para que a eficiência possa atingir valores altos, são necessárias que as perdas durante a operação sejam as menores possíveis, e maiores quanto à uniformidade de aplicação e distribuição (REIS *et al.*, 2005). Além de ser uma olerícola muito susceptível ao *déficit* hídrico, a irrigação é um fator

²As classes foram determinadas para as DMU's, de forma a melhor discriminar as eficiências obtidas por *software* entre as unidades de análise em relação à proporção amostral.

importante para o cultivo em estufas e indispensável durante todo o ciclo da cultura. Segundo Silva e Alcântara (2009), a deficiência hídrica provoca alterações no comportamento vegetal, cuja irreversibilidade vai depender do genótipo, da duração, da severidade e do estágio de desenvolvimento da planta em ambientes protegidos.

Ressalta-se que o cultivo protegido requer investimentos, tido como um dos maiores gastos dos produtores no tocante ao capital fixo das unidades de produção; entretanto, protege e proporciona uma safra mais uniforme para a cultura ao longo do ano. Silva *et al.* (2014) citam algumas vantagens e desvantagens em relação à utilização do cultivo protegido em estufas na propriedade hortifrutícola. É uma alternativa aos produtores de frutas e hortaliças para proteger sua produção quanto aos riscos climáticos. Por outro lado, deve-se considerar que é um investimento elevado para sua implantação e requer conhecimento técnico para resultados satisfatórios (a temperatura aumenta no interior delas, entretanto o ar quente sobe e o ar frio desce, proporcionando controle da temperatura interna). Como exemplo, tem-se a região de Almeria, concebida como ícone mundial no cultivo protegido em estufas, sendo considerada a primeira potência hortifrutícola da Espanha.

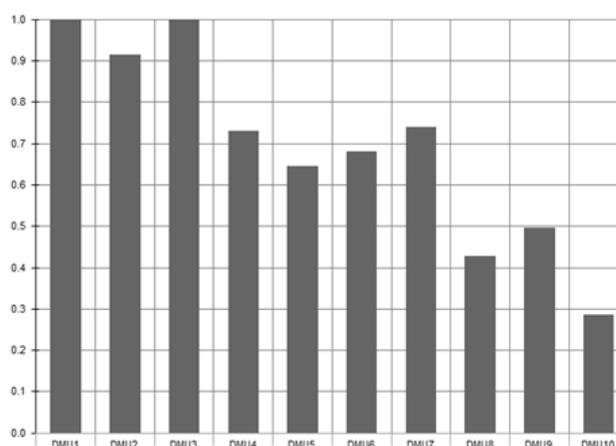


Figura 3 - Índices de eficiência global de unidades produtoras de alface, Ilha Solteira/SP, 2014.

Figure 3 - Indices of global efficiency for lettuce-production units, Ilha Solteira, SP, 2014.

Tabela 3 - Valores atuais e alvo das variáveis de unidades produtoras de alface, para que se tornem eficientes, Ilha Solteira/SP, 2014.*Table 3* - Current values and variable targets for lettuce-production units, so as to become efficient, Ilha Solteira, SP, 2014

DMU	Variáveis (Inputs)	Valor Atual	Folgas	Alvo	Δ%
2 (0,914)	Mão de Obra (horas ciclo ⁻¹)	720	329,14	329,14	
	Irrigação (horas ciclo ⁻¹)	15	0	13,71	8,60
	Investimento (R\$)	39.823,46	30.908,53	5.501,49	
4 (0,729)	Mão de Obra (horas ciclo ⁻¹)	240	92,75	82,28	
	Irrigação (horas ciclo ⁻¹)	7,5	2,04	3,43	27,06
	Investimento (R\$)	1.885,82	0	1.375,37	
5 (0,646)	Mão de Obra (horas ciclo ⁻¹)	300	83,97	109,71	
	Irrigação (horas ciclo ⁻¹)	25	11,56	4,57	-36,40
	Investimento (R\$)	2.840,50	0	1.833,83	
6 (0,681)	Mão de Obra (horas ciclo ⁻¹)	700	0	476,59	
	Irrigação (horas ciclo ⁻¹)	35	0	23,83	-32,00
	Investimento (R\$)	32.467,04	13.630,28	8.474,94	
7 (0,740)	Mão de Obra (horas ciclo ⁻¹)	720	0	533,33	
	Irrigação (horas ciclo ⁻¹)	60	4,44	40	-26,00
	Investimento (R\$)	20.420,44	3.934,17	11.192,08	
8 (0,427)	Mão de Obra (horas ciclo ⁻¹)	250	0	106,67	
	Irrigação (horas ciclo ⁻¹)	33	6,08	8	-57,30
	Investimento (R\$)	20.584,72	6.544,40	2.238,42	
9 (0,497)	Mão de Obra (horas ciclo ⁻¹)	560	3,97	274,28	
	Irrigação (horas ciclo ⁻¹)	23	0	11,43	-50,30
	Investimento (R\$)	24.751,14	7.714,13	4.584,58	
10 (0,286)	Mão de Obra (horas ciclo ⁻¹)	560	0	160	
	Irrigação (horas ciclo ⁻¹)	160	33,71	12	-71,40
	Investimento (R\$)	14.427,08	764,4	3.357,63	

De maneira geral, a média de eficiência global³ foi de 69% entre as unidades, mostrando que as unidades devem verificar os ajustes necessários para obter níveis eficientes de produção. Convém destacar que as DMU's 1 e 3 foram consideradas pares de excelência (*benchmark*) para as demais unidades, entendidas como ineficientes em relação à fronteira, conforme Figura 3.

³Valor correspondente à média das eficiências obtidas de cada DMU analisada pelo software SIAD 3.0.

Com relação aos produtores ineficientes e de forma a atingir os objetivos necessários, a análise dos alvos serve de suporte à produção, ou seja, geram informações ao produtor sobre a ineficiência e o que deve ser feito para alcançar a eficiência (SURCO, 2004). A Tabela 3 resume os indicadores para as diferenças entre os dados atuais e os alvos a serem atingidos, para que os produtores se tornem eficientes por DMU, explicando assim a diferença de desempenho entre as unidades produtoras de alface.

As DMU's 1 e 3 que se mostram como pares de excelência para as demais (Figura 3), os alvos apresentaram valores iguais aos atuais, ou seja, os recursos utilizados na produção são proporcionais à produção obtida, sem desperdícios. Já para as unidades ineficientes, os resultados mostraram valores divergentes (Tabela 3) entre os atuais e os alvos, de modo que se verifica a ocorrência de folgas, representadas como um descarte forte dos insumos, e somando-se ao alvo, indicam que o recurso produtivo está sendo mal utilizado. De forma análoga com Valdevino *et al.* (2010), o alvo de uma DMU consiste no nível de insumos que deve ser alcançado, mantendo-se inalterados os níveis de produção, para que a DMU seja considerada eficiente, dada orientação *input*.

A DMU 10, com 28,6%, apontada como a de menor eficiência global, deve reorientar seu planejamento para reduzir o uso de insumos de maneira proporcional à produção obtida, em aproximadamente 71% para o conjunto de *inputs* considerados. Desta forma, os alvos indicam uma projeção de investimentos reduzidos em R\$ 4.122,03; mão de obra em 160 horas por ciclo, irrigação em apenas 12 horas por ciclo, mantendo a produção na mesma magnitude.

Os alvos das variáveis permitem informar ao produtor sobre a ineficiência e o que deve ser feito para alcançar a eficiência, ou seja, representam um valor referencial mínimo no qual o empreendedor poderia reduzir os valores atuais correspondentes às variáveis. De acordo com Gomes *et al.* (2005), os alvos destacam-se como uma das principais contribuições dos modelos DEA para a agricultura, informando ao agricultor quais são as fontes de ineficiência e o que deve ser feito para alcançar eficiência.

De acordo com Magalhães e Campos (2006), a permanência dos produtores ineficientes na atividade possivelmente é refletida por uma estrutura produtiva composta por altos investimentos em ativos fixos não condizentes à produção obtida, aliada a não apropriação dos custos de produção como elemento fundamental para a tomada de decisões.

Dessa forma, considerando um conjunto de alternativas rotineiras de processo, algumas estratégias podem ser adotadas para a produção de alface, no sentido de reduzir

os custos operacionais, como capacitação e melhor aproveitamento de mão de obra nas diferentes etapas de cultivo, condizente à racionalização no uso da água e melhor aproveitamento sobre a infraestrutura existente.

Considerando a relação de proporcionalidade entre os recursos utilizados para a produção final e remetendo ao conceito de eficiência global, Camargo Filho e Camargo (2008) indicam que as atividades na produção de hortaliças exigem um planejamento da propriedade aliado à aplicação de estratégias na condução do cultivo, que minimizem perdas e melhorem a produtividade com redução de custos, a partir da organização de procedimentos.

CONCLUSÕES

Há necessidade de uma melhor alocação dos recursos utilizados na produção de alface no município de Ilha Solteira/SP, em que apenas 20% dos produtores conseguiram potencializar sua produção, apontados como eficientes. Os demais produtores devem otimizar os fatores de produção, principalmente os *inputs* investimentos e mão de obra;

Para um melhor gerenciamento do sistema produtivo, visando melhor desempenho em relação ao conjunto de *inputs* analisados, o planejamento da atividade deve ser feito com auxílio de um profissional, já que em observação apontada, os produtores reclamaram da falta de uma assistência técnica mais periódica nas propriedades;

Por fim, torna-se necessário o apoio de políticas públicas para o setor padronizar o produtor ao mercado, no qual a técnica DEA auxilia na tomada de decisão, durante o processo de transformação insumo-produto, sendo uma importante ferramenta na gestão das propriedades ineficientes em relação aos desperdícios.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP (Fundação à Pesquisa no Estado de São Paulo), pelo auxílio correspondente ao desenvolvimento desta pesquisa.

LITERATURA CIENTÍFICA CITADA

AGRIANUAL 2015. **Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira**. FNP Consultoria e Comércio, São Paulo, Brasil, 472 p., 2015.

ALI, A. I., SEIFORD, L. M. **The Mathematical Programming Approach to Efficiency Analysis**. In: FRIED, H. O., LOVELL, C. A. K., SCHIMIDT, S. S. (Orgs.). *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Application*. New York: Oxford University Press, 1993. cap. 3, p. 120-159.

- ALVES, J.; FIGUEIREDO, A. M. R.; ZAVALA, A.A. Z. Análise de eficiência em assentamentos rurais no Estado de Mato Grosso. **Revista de Estudos Sociais**, v. 1, p. 75-97, 2009.
- ANGULO MEZA, L.; BIONDI NETO, L.; SOARES DE MELLO, J.C.C.B.; GOMES, E.G. ISYDS – Integrated System for Decision Support (SIAD - Sistema Integrado de Apoio à Decisão): a software package for data envelopment analysis model. **Pesquisa Operacional**, v. 25, n. 3, p. 493-503, 2005.
- AZEVEDO, H. J; BERNARDO, S.; RAMOS, M.M.; SEDIYAMA, G. C.; CECON, P. R. Influência de fatores climáticos e operacionais sobre a uniformidade de distribuição de água, em sistema de irrigação por aspersão de alta pressão. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 4, p. 152-158, 2000.
- CAMARGO FILHO, W.P; CAMARGO, F.P. Planejamento da produção sustentável de hortaliças folhosas: organização das informações decisórias ao cultivo. **Informações Econômicas**, v. 38, p. 27-36, 2008.
- CHARNES, A.; COOPER, W.W. & RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v.2, p. 429-444, 1978.
- COSTA, C. P.; SALA, F. C. A evolução da alfaccultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, v. 23 (artigo de capa), 2005.
- DYSON, R. G. & ALLEN, R. & CAMANHO, A. S. & PODINOVSKI, V. V. & SARRICO, C. S. & SHALE, E. A. Pitfalls and protocols in DEA. **European Journal of Operational Research**, v. 132, n. 2, p. 245-259, 2001.
- FAEMG - Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Minas Gerais. **Alface é a folhosa mais consumida no Brasil**. Março 2015. Disponível em: <<http://www.faemg.org.br/Noticia.aspx?Code=8021&ParentCode=139&ParentPath=None&ContentVersion=R>>. Acesso em: 11 jun. 2015.
- FARIA, F.P; JANNUZZI, P.M.; SILVA, S.J.S. Eficiência dos gastos municipais em saúde e educação: uma investigação através da análise envoltória no estado do Rio de Janeiro. **Revista de Administração Pública** v. 42, p.155-177, 2008.
- FERNANDES, M. C. A.; ANAMI, M. A. S. A.; SANTOS, A. S.; EKLUND, C. R.; CARVALHO, A. C. P. P. **Tudo que você precisa saber para ter uma horta**. Informe Técnico, 2ª ed. Niterói: PESAGRO-RIO, 2007. 22 p.
- GOMES, E.L. Uso de modelos DEA em agricultura: revisão da literatura. **Engevista**, v. 10, p. 27-51, 2008.
- GOMES, E.G.; MANGABEIRA, J.A.C. Uso de análise envoltória de dados em agricultura; o caso de Holambra. **Engevista**, v. 6, p. 19-27, 2004.
- GOMES, E.G; MANGABEIRA, J.A.C.; SOARES DE MELLO, J.C.B. Análise de envoltória de dados para avaliação de eficiência e caracterização de tipologias em agricultura: um estudo de caso. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 43, p. 607-631, 2005.
- GOMES, E. G.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; BIONDI, L. N. **Avaliação de Eficiência por Análise de Envoltória de Dados**: conceitos, aplicações à agricultura e integração com sistemas de informação geográfica. - Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2003. 39 p.: il. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 28).
- GOMES, E. G.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; MANGABEIRA, J. A. C. Estudo da Sustentabilidade Agrícola em um Município Amazônico com Análise Envoltória de Dados. **Pesquisa Operacional**, v. 29, p.23-42, 2009.
- HENZ, G. P.; SUINAGA, F. **Tipos de Alface Cultivados no Brasil**. Comunicado Técnico da Embrapa. ISSN 1414 - 9850. Novembro, 2009. Brasília, DF.
- KNOTT, J.E. **Handbook for vegetable grower's**. 2nd ed. New York: John Wiley e Sons, 1962. 245p.
- KRAUSE-SAKATE, R; FIRMINO, A.C; JADÃO, A. S; PAVAN, M. A; SILVA, N; HANAI, S. M; ANBO, R. H; NIETZSCHE, T. Ocorrência generalizada do *Lettuce mottle virus* em três regiões produtoras de alface comercial do Estado de São Paulo. **Summa phytopathologica**, v. 34, p. 88-90, 2008.
- MACEDO, M.A.S; BARBOSA, A.C.T.A.M. Eficiência no sistema bancário brasileiro: uma análise do desempenho de bancos de varejo, atacado, middle-market e financiamento utilizando DEA. **Revista de Informação Contábil**, v. 3, p. 1-24, 2009.
- MAGALHÃES, K.A; CAMPOS, R.T. Eficiência técnica e desempenho econômico de produtores de leite no Estado do Ceará, Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 44, p. 695-711, 2006.

- MELLO, J. C. C. B. S.; MEZA, L.A; GOMES, E.G; NETO, L.B. **Curso de análise de envoltória de dados**. Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Pesquisa Operacional e o Desenvolvimento Sustentável. Gramado/RS, 2005.
- PENÃ, C.R. Um modelo de avaliação da eficiência da administração pública através do método análise envoltória de dados (DEA). **Revista de Administração Contemporânea**, v. 12, p. 83-106, 2008.
- REIS, E. F; BARROS, F. M; CAMPANHARO, M; PEZZOPANE, J. E. M. Avaliação do desempenho de sistemas de irrigação por gotejamento. **Engenharia na Agricultura**, v.13, p. 74-81, 2005.
- REZENDE, B. L. A.; CECÍLIO FILHO, A. B.; CATELAN, F.; MARTINS, M. I. E. G. Análise econômica de cultivos consorciados de alface americana x rabanete: um estudo de caso. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 853-858, 2005.
- RODRIGUES, M. H. S.; SOUZA, M. P.; RODRÍGUEZ, T. D. M.; AGUIAR, I. S.; RODRIGUES, E. F. S. Análise de eficiência dos produtores de leite do município de Rolim de Moura, no estado de Rondônia. **Gestão & Regionalidade**, v. 27, p. 61-76, 2011.
- SANCHEZ, S. V. **Avaliação de cultivares de alface crespa produzidas em hidroponia tipo NFT em dois ambientes protegidos em Ribeirão Preto/SP**. 2007. 63 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). UNESP. Jaboticabal, 2007.
- SANTOS, F. G. R.; SABIO, R. P.; SILVA, B. A. Folhasas. In: **Hortifruti Brasil**. CEPEA - ESALQ/USP, n. 132, p. 19, 2014.
- SANTOS, J. A.; VIEIRA, W. C.; BAPTISTA, J. M. S. Eficiência técnica em propriedades leiteiras da microrregião de Viçosa-MG: uma análise não-paramétrica. **Organizações Rurais e Agroindustriais**, v. 7, p. 162-172, 2005.
- SEGALA, C.Z.S.; SILVA, I.T. Apuração dos custos na produção de leite em uma propriedade rural do município de Irani/SC. **Custos e Agronegócios on line**, v. 3, p. 61-86, 2007.
- SILVA, B.A.; SILVA, A. R.; PAGIUCA, L. G. Cultivo Protegido. Em busca de mais eficiência produtiva. In: **Hortifruti Brasil**. CEPEA - ESALQ/USP, n 132, p. 10-18, 2014.
- SILVA, D. F.; ALCÂNTARA, C. R. Déficit hídrico na região Nordeste: variabilidade espaço-temporal. **UNOPAR Científica**. Ciências Exatas e Tecnológicas, v. 8, p.45-51, 2009.
- SURCO, D.F. **Desenvolvimento de uma ferramenta computacional para avaliação de eficiência técnica baseada em DEA**. 2004. 129 f. Dissertação (Mestrado em Métodos numéricos em engenharia). UFPR. Curitiba.
- VALDEVINO, A. A. F; MEDEIROS, J. C. L; NASCIMENTO, A. P; PESSÔA, A. P. Avaliação da eficiência dos serviços de saneamento básico no combate às endemias nos municípios do Estado do Tocantins. **Revista Informe Gepec**, v. 14, p. 166-181, 2010.