

OLIVEIRA E; ANDRADE FVS; MELLO JCCBS; MACHADO TB; PEREIRA CR. 2014. Avaliação da eficiência de horticultores agroecológicos utilizando análise envoltória de dados. *Horticultura Brasileira* 32: 336-341. DOI - <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362014000300016>

## Avaliação da eficiência de horticultores agroecológicos utilizando análise envoltória de dados

Elton Oliveira<sup>1</sup>; Fernando VS Andrade<sup>1</sup>; João CCBS Mello<sup>1</sup>; Thelma B Machado<sup>2</sup>; Carlos R Pereira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UFF, R. Passo da Pátria 156 bl. D, São Domingos, 24210-240 Niterói-RJ; [eltondeoliveira@terra.com.br](mailto:eltondeoliveira@terra.com.br); [fernando\\_do\\_valle@hotmail.com](mailto:fernando_do_valle@hotmail.com); [jcsmello@pesquisador.cnpq.br](mailto:jcsmello@pesquisador.cnpq.br); [crpereira@vm.uff.br](mailto:crpereira@vm.uff.br) <sup>2</sup>UFF, R. Dr. Mário Viana 523, Sta. Rosa, 24241-000 Niterói-RJ; [thelmachado@vm.uff.br](mailto:thelmachado@vm.uff.br)

### RESUMO

Este trabalho teve como objetivo analisar as eficiências produtivas, de acordo com modelos de Análise Envoltória de Dados [(*Data Envelopment Analysis*) DEA], sob critérios agroecológicos, buscando a maior estabilidade e menor variabilidade sazonal, maior variedade/diversidade de itens produzidos e quantidade de itens disponibilizados para venda. O monitoramento e a avaliação das eficiências de lotes de agricultores pode auxiliar na gestão da agricultura familiar agroecológica. A metodologia DEA foi aplicada para medir a eficiência produtiva de dezessete lotes de agricultores familiares agroecológicos, localizados em uma faixa de dutos da Petrobras no Município de Nova Iguaçu-RJ, na baixada fluminense. Foram levantados dados primários listados em itens, quantidades e valor médio, referentes à produção disponibilizada para venda em feiras semanais distribuídas ao longo dos meses de janeiro a dezembro de 2009. Foi registrada uma relação conjunta de critérios agroecológicos, com foco econômico, social e ambiental. Pôde-se observar que sete lotes tiveram eficiência média composta acima do valor médio de 67,6%, variando de 71,3 a 86,6%.

**Palavras-chave:** eficiência, agroecologia, agricultura familiar.

### ABSTRACT

**Efficiency assessment for a group of agroecological family farmers using data envelopment analysis**

The aim of this study was to analyze productive efficiencies (evaluated according to DEA models, *Data Envelopment Analysis*) under agroecological criteria, seeking greater stability and less seasonal variability, greater variety, diversity, quantity of items produced and sold items. DEA methodology was applied to measure the efficiency of 17 agricultural plots of agroecological farmers. These plots are located in a strip of Petrobras ducts area in the municipality of Nova Iguaçu, Rio de Janeiro state, Brazil. Primary data were collected referring to the production sold in weekly markets, distributed over the months from January to December 2009; organized in items, quantities and average value. A joint agroecological relationship with economic, social and environmental criteria focus was recorded. Seven plots comprised efficiency above the average (67.6%), ranging from 71.3 to 86.6%.

**Keywords:** efficiency, agroecology, family farming.

(Recebido para publicação em 21 de janeiro de 2014; aceito em 14 de maio de 2014)

(Received on January 21, 2014; accepted on May 14, 2014)

Neste trabalho, foram avaliadas as eficiências produtivas relativas a critérios múltiplos, que buscassem não somente o resultado econômico, mas que revelassem também o desempenho em relação à diversidade e sazonalidade da produção ao longo do tempo. O ambiente escolhido para o desenvolvimento desta pesquisa foi um grupo de agricultores familiares agroecológicos do Projeto Agricultura Familiar em Faixas de Dutos (PAF Dutos). Iniciado em 2006, o PAF Dutos consiste em uma iniciativa que segue os preceitos das Metas estabelecidas pela Organização das Nações Unidas (ONU) para o milênio, principalmente no que diz respeito às Metas 1, 7 e 8, ou seja, Meta 1 (erradicar a pobreza extrema e a fome), Meta 7

(garantir a sustentabilidade ambiental) e Meta 8 (desenvolver uma parceria mundial para o desenvolvimento). O PAF Dutos reúne atividades de geração de emprego e renda, preservação ambiental e preconiza a parceria entre o setor público e o setor privado visando ao desenvolvimento de tecnologias (Petrobras, 2005).

As experiências desenvolvidas no PAF Dutos ajudaram a verificar como a perspectiva agroecológica pôde propiciar condições para o empoderamento das famílias rurais mais pobres, fomentando dinâmicas de inovação agrícola e sócio-organizativas orientadas para a construção de crescentes graus de autonomia técnica, econômica e cultural. O PAF Dutos previu considerar

toda a cadeia de produção, do plantio à comercialização, dando o suporte para que as famílias pudessem se dedicar e investir seu tempo tanto no aprendizado, quanto no cultivo do lote (Siqueira, 2009). O sistema de produção agrícola não industrial, proposto neste projeto, com base agroecológica, caracteriza-se pela utilização de tecnologias que respeitem a natureza, pouco alterando as condições de equilíbrio tanto entre os organismos participantes do processo, como aquelas de equilíbrio do ambiente. (Assis & Romeiro, 2002). A agroecologia procura incorporar os avanços da ciência, promover a participação criativa dos agricultores, respeitar os conhecimentos, a cultura e as experiências locais, buscando ainda reduzir a entrada

e a dependência de insumos externos (Carmo, 1998).

O uso de modelos de Análise Envoltória de Dados [(Data Envelopment Analysis) DEA], no agronegócio é crescente e recorrente, como pode ser verificado no trabalho de Gomes (2008), que realizou uma revisão da literatura sobre o tema. Nesse trabalho, foram encontradas 158 referências ao uso de modelos DEA, em agricultura e pecuária, em artigos publicados em periódicos científicos. Os mais variados temas ou produtos agropecuários foram observados, tais como produção vegetal, produção animal, pecuária de leite, horticultura, etc. Além disso, diversos modelos DEA e modelos adicionais foram encontrados, utilizando os mais variados *inputs* e *outputs*. Posteriormente a isso, diversos artigos mantiveram essa linha crescente de discussões sobre o tema, como os trabalhos de Gomes *et al.* (2009), avaliação de eficiência e sustentabilidade por um período de 16 anos em fazendas na região da Amazônia Brasileira; Mousavi-Avval *et al.* (2011), Omid *et al.* (2011), ambos trabalhos sobre eficiência no consumo de energia para produção de maçã e pepino no Irã e, Gomes *et al.* (2012), identificação de sistemas de produção de gado de corte através de DEA com input unitário.

Diversos estudos que aplicaram, como DMUs (*Decision Making Units*, Unidades Tomadoras de Decisão) distintas, a combinação de unidades produtivas em diferentes períodos de tempo em modelos DEA, podem ser encontrados na literatura. Podemos citar, como exemplo, o trabalho de Soares de Mello *et al.* (2003) na avaliação da eficiência das companhias aéreas brasileiras; e o trabalho de Azevedo *et al.* (2012), na avaliação da eficiência temporal de rodovias federais. Essa mesma abordagem foi a considerada neste trabalho.

Os trabalhos de Bezerra Neto *et al.* (2007a) e Bezerra Neto *et al.* (2007b) avaliaram a eficiência produtiva de consórcios de cenoura e alface através da DEA, assim como no presente estudo, também foram utilizados insumos únicos e de nível unitário para cada DMU. Muitos estudos que utilizam DEA em agricultura, como o de Mousavi-Avval

*et al.* (2011), de Omid *et al.* (2011), de Chauhan *et al.* (2006) e de Gomes *et al.* (2009), costumam focar na redução de *inputs* como irrigação (M<sup>3</sup>/ha), sementes (kg/ha), fertilizante (kg/ha), homens, diesel, energia de máquinas, etc. No entanto, o foco desses estudos é majoritariamente em produções de grande escala, enquanto o presente trabalho foca na produção orgânica com diferenciação mínima de recursos, espaço físico pequeno, uso limitado de tecnologia e produção em pequena escala, diferenciando o escopo do estudo.

A análise da viabilidade produtiva da agricultura familiar é um dos fatores de grande utilidade para o incentivo da sua implementação como uma alternativa econômica sustentável. Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi medir e avaliar as eficiências de lotes de agricultores, sob critérios agroecológicos, buscando a maior estabilidade e menor variabilidade sazonal, a maior variedade/diversidade de itens produzidos e maior quantidade de itens disponibilizados para venda.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido nas áreas pertencentes aos bairros contíguos de Genenciano Luz e Figueira, distrito municipal de Vila de Cava, no município de Nova Iguaçu-RJ. Foi definida uma estratégia de uso e ocupação para a faixa de terra onde os dutos de óleo (petróleo) passam enterrados, com uma destinação agrícola (PAF Dutos), dividindo a faixa em lotes, um para cada família de agricultor. Foram definidas como lotes, as parcelas do terreno com área aproximada de 1000 m<sup>2</sup>, que compreendem os vinte metros de largura da faixa de terra, onde passam os dutos enterrados que atravessam o município, por cinquenta metros de comprimento. Em cada lote, foi utilizado aproximadamente 50% da sua área enquanto se preparava a outra metade, alternadamente, tendo, como mão-de-obra, em torno de duas pessoas ao longo do ano. Todos possuíam disponibilidade de água para irrigação, operada manualmente; a assistência técnica e os insumos foram oferecidos de forma uniforme a todos os lotes. Em cada um dos dezes-

sete lotes, contendo ponto com energia elétrica, poço semi-artesiano e cercas com telas e arames, foram implantadas hortas com diversos tipos de culturas. Os agricultores receberam ainda um conjunto moto bomba elétrica de 0,5 cv, 40 m de mangueira, aspersor, uniformes, equipamentos de proteção individual e ferramentas agrícolas. Cabe ressaltar que esses agricultores não residiam nesses lotes, onde não se pode construir. Esses agricultores exploraram seus lotes em rotinas diárias, deslocando-se de comunidades próximas, no bairro e adjacências. Pôde-se observar que a vizinhança dos lotes é composta por loteamentos urbanizados, com algumas ruas pavimentadas, na sua maioria sem calçamento e com drenagem deficiente. É ainda importante ressaltar que a atividade agrícola não faz parte da rotina da maioria das famílias que residem naquela região.

Segundo Siqueira (2009), o preparo do solo nos lotes foi feito, primeiramente, com aplicação de corretivos em cobertura, de calcário e de fosfato natural, e em seguida, foi passado arado e grade e, finalmente, foram construídos os canteiros. Antes do plantio, foram adicionados aos canteiros: *bokashi* (farelo e casca de arroz, farelo de mamona e microorganismos); composto feito de resíduos de indústria de cerveja; e pó de pedra. Esses compostos têm como característica a atuação na melhoria da parte orgânica, na parte estrutural e consequentemente, na fertilidade do solo.

Para avaliar a eficiência dos lotes, no que diz respeito à sazonalidade temporal e estabilidade dos lotes; à variedade e quantidade de produtos disponibilizados para venda, foram coletados dados primários referentes à produção disponibilizada para venda em feiras semanais, distribuídas ao longo dos meses de janeiro a dezembro de 2009. As feiras se localizavam dentro de um raio médio de 70 km da área do projeto, em seis pontos diferentes dentro do Rio e grande Rio, incluindo a baixada fluminense.

Os itens ou produtos disponibilizados para venda foram listados em quantidades e valor médio em Reais, respectivamente a cada um dos dezesseis lotes englobados na análise. Os dados das feiras foram consolidados

mensalmente por lote e por produto.

A ferramenta utilizada para o estudo foi a Análise Envoltória de Dados (DEA) que estima a eficiência de unidades produtivas através de uma fronteira de produção, comparando-as com a operação ideal (eficiente). Para análise dos dados no modelo DEA, foi utilizado o programa SIAD versão 3.0 – Sistema Integrado de Apoio à Decisão (Angulo Meza *et al.*, 2005), por ser de fácil manipulação e apresentar os principais resultados dos modelos DEA clássicos.

As DMUs (*Decision Making Units*) da modelagem inicial do estudo foram definidas como sendo as combinações lote-mês, considerando os lotes definidos na introdução do trabalho. Isto é, “Lote3-Mês9” é uma DMU, diferente de “Lote3-Mês10”. Foram consideradas apenas as combinações lote-mês com *outputs* não nulos, totalizando noventa e nove DMUs. As análises foram realizadas primeiramente no conjunto das noventa e nove DMUs, e posteriormente calculou-se a média dos resultados de cada lote e de cada mês. Determinou-se também a eficiência média de um lote no conjunto de todos os meses em que produziu e a eficiência média de todos os lotes em um determinado mês.

A modelagem DEA foi desenhada com dois *outputs*, sendo: a variedade de produtos disponibilizados para venda; e a receita estimada com base no preço médio dos produtos.

O *output* “Variedade de Produtos” pode ser explicado pela quantidade de itens diferentes disponibilizados para venda pelo lote no mês. No ano de 2009, este valor variou de 0 a 29 itens por lote. No conjunto total de lotes, foram produzidos 48 tipos diferentes de itens, durante o período considerado.

O *output* “Receita Estimada” foi o valor calculado com base na quantidade de produtos disponibilizados para venda, multiplicado pelo preço médio de venda de cada produto. Tal variável não corresponde à receita real apurada por lote, mas foi utilizada na análise como aproximação, já que os dados de receita real não estavam inteiramente disponíveis, além de serem referentes apenas à quantidade efetivamente vendida, e não à disponibilizada para venda. Além disso, a receita estimada foi utilizada no

trabalho como modo de uniformizar as unidades e tornar possível a soma de produções de itens diferentes (ex: somar alfaces com tomates). Sendo assim, todos os itens diferentes produzidos por algum lote, em algum momento do ano de 2009, puderam ser contabilizados em uma única variável no modelo, tendo seu preço médio como peso para resultar na quantidade total disponibilizada para venda.

Com relação aos *inputs*, conforme já mencionado anteriormente, todos os produtores estiveram sob condições muito similares de produção. Todos possuíam lotes com aproximadamente o mesmo tamanho (área útil e área em preparo), além da mão-de-obra empregada, água para irrigação, assistência técnica e insumos com nível de operação muito próximo. Dado o cenário de diferenciação mínima entre os possíveis *inputs*, optou-se pela utilização de *inputs* unitários (Lovell & Pastor, 1999), onde o *input* representa a própria existência da DMU. Nesse caso, o modelo torna-se equivalente a um modelo multicritério aditivo, no qual as alternativas (DMUs) atribuem pesos a cada critério (*outputs*), ignorando qualquer juízo de valor de um eventual tomador de decisão. Com isso, a DEA acaba sendo utilizada como uma ferramenta multicritério, e não como uma medida clássica de eficiência (Gomes *et al.*, 2012). Caporaletti *et al.* (1999) interpretam essa situação como um modelo multiatributo.

Foi realizada também a análise da fronteira invertida (Yamada *et al.*, 1994; Entani *et al.*, 2002; Soares de Mello *et al.*, 2008b), isto é, uma avaliação pessimista das DMUs, de forma a calcular sua ineficiência. O método aplicado é semelhante ao tradicional, mas trocando *inputs* por *outputs* e invertendo a orientação original do modelo, procurando maximizar os *inputs* e minimizar os *outputs* e buscando ainda o conjunto de pesos que avalia da pior forma a DMU em questão. Constrói-se assim uma fronteira de ineficiência. A vantagem dessa análise é observar, conjuntamente ao DEA clássico, quais DMUs são boas no que têm de melhor, não sendo tão ruins no que têm de pior. Para isso, é calculado um Índice de Eficiência Composta através da média aritmética entre

a eficiência relativa à fronteira original e à ineficiência (1 menos a eficiência) relativa à fronteira invertida, podendo ser normalizado através da divisão de todos os valores pelo maior índice calculado (Soares de Mello *et al.*, 2008b).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da modelagem descrita, foram obtidos sete conjuntos lote-mês eficientes na fronteira padrão do DEA clássico. Todos estiveram entre os oito mais eficientes na fronteira composta (junção do índice de eficiência padrão com o índice de eficiência invertida) (Tabela 1).

Os primeiros indícios de sazonalidade foram determinados com a presença de quatro DMUs do mês de setembro e duas do mês de outubro entre as oito melhores DMUs na fronteira composta. Além disso, entre essas mesmas oito DMUs estão três do lote 3 e duas do lote 26 (Tabela 1).

A eficiência composta normalizada média das DMUs é de 67,6%, evidenciando uma homogeneidade razoável entre os conjuntos lote-mês (Tabela 2).

Na Tabela 1, estão contidos os índices de eficiência padrão, invertida, composta e composta normalizada para cada um dos dez melhores conjuntos lote-mês (pela eficiência composta normalizada). Posteriormente, calculou-se a eficiência média das DMUs por lote (Tabela 2), buscando aquele que alcançou o melhor resultado médio ao longo de todos os meses em que produziu.

Observou-se que o lote 26 apresentou a melhor eficiência composta normalizada média (86,6%), seguido pelo lote 14 (80,8%) e pelo lote 10 (77,1%). No entanto, enquanto o lote 26 apresentou dois resultados mensais entre os dez melhores (Tabela 1), o lote 14 não apresentou nenhum resultado nesse mesmo grupo. Isso nos indicou principalmente que o lote 14 apresentou resultados estáveis, em bom nível, sem grandes variações, para mais ou para menos, ao longo do ano.

Apesar de o lote 3 ter apresentado bons resultados nos seus melhores meses [possui três dos dez melhores resultados dos conjuntos lote-mês (Ta-

**Tabela 1.** Lista dos 10 conjuntos lote-mês com melhor índice de eficiência composta normalizada (list of 10 sets lot-month with the best indexes of composed and normalized efficiency). Rio de Janeiro, UFF, 2012.

DMUs	Eficiências				Ordem
	Padrão	Invertida	Composta	Composta normalizada	
Lote26-mês9	1	0,060758	0,969621	1	1
Lote3-mês9	1	0,072279	0,963861	0,994059	2
Lote3-mês10	1	0,078486	0,960757	0,990858	3
Lote10-mês9	1	0,078704	0,960648	0,990746	4
Lote26-mês10	1	0,079291	0,960354	0,990443	5
Lote6-mês9	0,964286	0,071549	0,946368	0,976019	6
Lote3-mês7	1	0,111549	0,944226	0,973809	7
Lote1-mês6	1	0,125	0,9375	0,966872	8
Lote15-mês9	0,928571	0,102781	0,912895	0,941497	9
Lote15-mês6	0,892857	0,108974	0,891941	0,919886	10

bela 1)], foi apenas o 6º melhor lote na média anual (Tabela 2). Isso indicou um desempenho ruim nos seus meses de baixa produção.

Os lotes 11 e 14 apresentaram eficiências de 72,7 e 80,8% respectivamente, mas produziram, na ocasião do estudo, um mês a menos no ano, com relação aos lotes 26, 10, 15 e 3 (Tabela 2), possivelmente por decisão de seus gestores.

Para complementar a análise e observar a sazonalidade da produção, calculou-se a eficiência média de cada mês (Tabela 2), buscando os meses em que os lotes apresentaram melhores ou piores resultados.

Observou-se que os melhores meses para venda ocorreram entre junho e novembro, com exceção de agosto, o qual chamou a atenção pela queda na venda de produtos, principalmente, pela redução na variedade de itens, apresentando uma eficiência média composta de 59,3%. É um caso interessante a ser observado (Tabela 2), já que é um mês com baixa eficiência, mesmo com dois meses de bons resultados anteriores (77,0% em junho e 73,6% em julho) e posteriores (77,8% em setembro e 75,3% em outubro), o que praticamente descarta uma sazonalidade climática nesse período, exemplo daquela que reconhecidamente ocorre entre os meses de dezembro a março, devido ao alto índice de chuvas e alagamentos, fato este que, naquela região de baixada com problemas de

drenagem, dificulta o manejo e o desenvolvimento das culturas avaliadas, impossibilitando a produção no campo. A baixa eficiência no mês de agosto pode ser explicada por uma falha na logística de compra de mudas. Embora na planta do projeto, exista uma estufa em um lote comunitário para produção de mudas pelos próprios agricultores, naquele momento, tal estrutura ainda não se encontrava em operação e, sendo assim, as mudas utilizadas eram adquiridas de terceiros. Essa situação criava uma dependência externa do fornecimento de mudas, em que a ocorrência de falhas, nessa logística, implicava variações na diversidade e na quantidade produzida, como a ocorrida naquele mês de agosto. Já no período de dezembro a março, as variações indicaram a necessidade de utilização de estufas ou seleção de culturas diferenciadas que poderiam resistir a tais condições climáticas. Novembro apresentou bons resultados, 76,5% de eficiência média composta, devido à boa variedade de produtos, apesar da queda natural das vendas (Tabela 2).

Mesmo com a produção histórica pequena, entre dezembro e março, somente sete dos dezesseis lotes produziram entre oito e dez meses no ano. Isso indicou que 41,2% dos lotes produziram somente nos meses onde as vendas foram mais altas, descartando a produção no fim do período de chuvas (abril e maio, principalmente). Os destaques ficam por conta do lote 6, com

dez meses de produção no ano, e dos lotes 3, 10, 15 e 26, com produção em nove meses, além dos lotes 11 e 14, que produziram durante oito meses no ano de 2009 (Tabela 2).

O lote 1 apresentou eficiência composta normalizada, no mês de junho, de 96,7%, embora a média tenha sido de 55,9% (Tabela 2). Isso pode ter ocorrido devido à receita estimada ter se concentrado, quase que exclusivamente, no mês de junho e diminuído nos três meses seguintes (dos quatro produzidos no ano). Tal ocorrência, no lote 1 pode ser explicada pelo fato de esse mesmo lote ter produzido os itens com maior valor de venda, tais como inhame, aipim e jiló, com ciclos longos de cultivo.

O lote 14 produziu maior variedade de itens nos meses de abril e maio, mas demonstrou tendência decrescente ao longo do ano, opostamente à maioria dos demais lotes. Enquanto isso, o lote 26 conseguiu manter alta variedade de itens ao longo do ano, atingindo maior variedade nos meses de pico de vendas (como os meses de setembro, julho e outubro). Já o lote 3 concentrou sua produção variada de itens nos meses de maiores vendas, mas sua variedade diminuiu significativamente nos demais meses. A maior diversidade de itens é desejada pelo conceito agroecológico, além de mostrar um melhor desempenho do produtor no esforço de atender ao mercado e maior capacidade de lidar com a sazonalidade, oferecendo mais itens por mais tempo e ficando menos sujeito às variações de clima e de preços desfavoráveis e inoportunos. A diversidade dentro do sistema agroecológico, torna-o mais robusto, mais integrado e mais sustentável. Essa característica se traduz na preocupação em considerar a diversidade dentro do conceito de Agroecologia. Essa diversidade é crucial, pois denota a riqueza que a Agroecologia apresenta, quando aplicada às mais diferentes condições socioeconômicas e ecológicas (Embrapa, 2006). O aumento da biodiversidade minimiza riscos e estabiliza a produtividade (Altieri & Nicholls, 2003).

Nos meses de abril e maio, o melhor desempenho ficou por conta do lote 14. Já o lote 26 foi o melhor em agosto, setembro e dezembro (além de ser

**Tabela 2.** Eficiência dos lotes ao longo dos meses em que houve produção (efficiency of lots over the months in which production occurred). Rio de Janeiro, UFF, 2012.

Lotes	Eficiência composta normalizada dos lotes nos meses de 2009 (%)											
	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média/lote	
1				96,7	50,7	46,1	30,1					55,9
3		4,3	66,5	91,3	97,4	79,7	99,4	99,1	88,6	20,9		71,9
5							57,2	51,0	61,2	40,9		52,6
6	39,9	60,7	78,0	90,2	86,8	71,9	97,6	88,2	90,9	9,2		71,3
9				62,5	61,9	49,8						58,1
10	29,4	64,5	78,8	85,6	90,5	84,0	99,1	90,9	70,9			77,1
11			83,3	79,9	72,6	72,8	83,5	71,8	81,1	36,3		72,7
12			12,9	75,5	76,3	60,5	85,7	70,4	74,2			65,1
13							66,5					66,5
14		86,4	91,5	87,1	79,6	70,4	88,6	78,7	63,9			80,8
15		80,8	83,6	92,0	76,6	74,2	94,1	87,9	68,5	9,2		74,1
26		74,9	86,2	85,4	90,6	76,4	100,0	99,0	89,1	77,7		86,6
27		43,0	39,9	62,5	59,7	56,8	70,2	15,6				49,7
28			24,2	41,8	50,2	25,4	71,0					42,5
29							65,9					65,9
30						2,7						2,7
31			32,6	50,9	63,6		57,9					51,2
Média/mês	34,6	59,2	61,6	77,0	73,6	59,3	77,8	75,3	76,5	32,4		67,6

fracamente eficiente em outubro). Isso mostrou sua robustez, tendo sempre bons resultados, mesmo em meses de baixa produção. O lote 3 foi eficiente nos meses de julho e outubro (além de ter se mostrado fracamente eficiente em junho e setembro). Além disso, os lotes 15 e 6 possuíram os melhores resultados dos meses de junho e novembro, respectivamente (Tabela 2).

Concluindo as discussões, nos sete lotes com maior desempenho, analisados caso a caso, percebeu-se que eles apresentaram estratégias diferentes, conseguindo índices de eficiência média composta entre 71,3 e 86,6%, todos acima da média de 67,6% do desempenho geral (Tabela 2). O que parece ser comum a todos é que possuir uma estratégia de variedade de produtos por, pelo menos, uma parte do ano é importante para manter a estabilidade das vendas. Além disso, os lotes que produziram por mais meses durante o ano pareceram ter a preferência dos consumidores, provavelmente por terem seus produtos reconhecidos por mais tempo nas feiras. Lotes que concentraram suas vendas em poucos meses, buscando obter todo seu

resultado em um único período do ano, demonstraram dificuldades em atingir todo seu potencial, apesar de conseguirem valores altos de receita estimada nesses períodos. Esses lotes apresentaram índices de eficiência baixos, a exemplo do lote 1, com eficiência média composta de 55,9%. Nesse tipo de negócio, feiras agroecológicas, a proximidade e confiança do consumidor, junto ao produtor e comercializador de orgânicos se cria a partir de um vínculo que precisa ser mantido ao longo de todos os meses do ano, com o fornecimento da variedade e frequência dos itens, conforme as necessidades do consumidor (Rucinski & Brandenburg, 2002).

A concessão do uso da faixa de dutos impõe certas restrições ao uso, tais como pequena profundidade de exploração do solo para cultivo, que limita as culturas de certas espécies; e impossibilidade de implantação de construções ou instalações, explicando a não integração de produção animal de pequeno porte, o que traria ganhos econômicos e sustentabilidade, do ponto de vista agroecológico, de acordo com Souza & Assis (2007). Em contrapartida, a planta

do projeto prevê, em uma área próxima, uma agroindústria para processamento de parte da produção. Isso mostra a possibilidade de aumento da produção e o bom potencial de crescimento do faturamento desses produtores.

A análise da viabilidade produtiva da agricultura familiar utilizando o monitoramento e a avaliação das eficiências de produtores, através de um indicador relativo, utilizando a técnica da DEA, com critérios agroecológicos e multivariável, poderá auxiliar a gestão da agricultura familiar, a formação de políticas, a definição de estratégias e as tomadas de decisão buscando a sustentabilidade.

A continuação de obtenção de dados atuais dos lotes, para comparação e validação das tendências apresentadas neste estudo, poderá gerar futuros trabalhos.

## REFERÊNCIAS

- ALTIERI MA; NICHOLLS CI. 2003. Agroecologia: resgatando a agricultura orgânica a partir de um modelo industrial de produção e distribuição. *Ciência & Ambiente* 27: 141-152.
- ANGULO MEZAL; BIONDI NETO L; MELLO

- JCCBS; GOMES EG. 2005. ISYDS - Integrated System for Decision Support (SIAD - Sistema Integrado de Apoio à Decisão): a software package for data envelopment analysis model. *Pesquisa Operacional* 25: 493-503.
- ASSIS RL; ROMEIRO AR. 2002. Agroecologia e Agricultura Orgânica: controvérsias e tendências. *Desenvolvimento e Meio Ambiente* 6: 67-80.
- AZEVEDO GHI; ROBOREDO MC; AIZEMBERG L; SILVEIRA JQ; SOARES DE MELLO JCCB. 2012. Uso de análise envoltória de dados para mensurar eficiência temporal de rodovias federais concessionadas. *Journal of Transport Literature* 6: 37-56.
- BEZERRA NETO F; GOMES EG; NUNES GHS; OLIVEIRA EQ. 2007a. Desempenho de sistemas consorciados de cenoura e alface avaliados através de métodos uni e multivariados. *Horticultura Brasileira* 25: 514-520.
- BEZERRA NETO F; GOMES EG; OLIVEIRA AM. 2007b. Produtividade biológica em sistemas consorciados de cenoura e alface avaliada através de indicadores agroecômicos e métodos multicritério. *Horticultura Brasileira* 25: 193-198.
- CAPORALETTI LE; DULÁ JH; WOMER NK. 1999. Performance evaluation based on multiple attributes with nonparametric frontiers. *Omega* 27: 637-645.
- CARMO MS. 1998. A produção familiar como locus ideal da agricultura sustentável. *Agricultura em São Paulo* 45: 1-15.
- CHAUHAN NS; MOHAPATRA PKJ; PANDEY KP. 2006. Improving energy productivity in paddy production through benchmarking – an application of data envelopment analysis. *Energy Convers Manage* 47: 1063-1085.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2006. *Marco Referencial em Agroecologia*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 70p.
- ENTANI T; MAEDA Y; TANAKA H. 2002. Dual models of interval DEA and its extensions to interval data. *European Journal of Operational Research* 136: 32-45.
- GOMES EG. 2008. Uso de modelos DEA em agricultura: revisão da literatura. *Engevista* 10: 27-51.
- GOMES EG; ABREU UGP; MELLO JCCBS; CARVALHO TB; ZEN S. 2012. Unitary input DEA model to identify beef cattle production systems typologies. *Pesquisa Operacional* 32: 389-406.
- GOMES EG; MELLO JCCBS; SOUZA GS; ANGULO MEZA L; MANGABEIRA JAC. 2009. Efficiency and sustainability assessment for a group of farmers in the Brazilian Amazon. *Annals of Operations Research* 169: 167-181.
- LOVELL CAK; PASTOR JT. 1999. Radial DEA models without inputs or without outputs. *European Journal of Operational Research* 118: 46-51.
- MOUSAVI-AVVAL SH; RAFIEE S; MOHAMMADI A. 2011. Optimization of energy consumption and input costs for apple production in Iran using data envelopment analysis. *Energy* 36: 909-916.
- OMID M; GHOJABEIGE F; DELSHAD M; AHMADI H. 2011. Energy use pattern and benchmarking of selected greenhouses in Iran using data envelopment analysis. *Energy Conversion and Management* 52: 153-162.
- PETROBRAS. 2005. *Projeto de Agricultura Familiar em faixa de dutos*. Documento Interno.
- RUCINSKI J; BRANDENBURG A. 2002. Consumidores de alimentos orgânicos em Curitiba. In: ENCONTRO DA ANPPAS, 1. *Anais...* Indaiatuba: ANPPAS. 16p.
- SIQUEIRA MFB. 2009. *Avaliação de projeto de agricultura familiar em faixa de dutos, baixada fluminense, RJ*. Campinas: FACAMP-FEAGRI. 130p (Tese mestrado).
- SOARES DE MELLO JCCB; ANGULO MEZA L; GOMES EG; SERAPIÃO BP; LINS MPE. 2003. Análise de envoltória de dados no estudo da eficiência e dos benchmarks para companhias aéreas brasileiras. *Pesquisa Operacional* 23: 325-345.
- SOARES DE MELLO JCCB; GOMES EG; ANGULO MEZA L; BIONDINETOL. 2008a. Cross evaluation using weight restriction in unitary input DEA models: Theoretical aspects and application to Olympic Games ranking. *WSEAS Transactions on Systems* 7: 31-39.
- SOARES DE MELLO JCCB; GOMES EG; ANGULO MEZA L; LETA FR. 2008b. DEA advanced models for geometric evaluation of used lathes. *WSEAS Transactions on Systems* 5: 510-520.
- SOUZA JR; ASSIS RL. 2007. Transição agroecológica de horticultores familiares orgânicos e em conversão na região serrana fluminense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 5. *Resumos...* Guarapari: ABA (CD-ROM).
- YAMADA Y; MATUI T; SUGIYAMA M. 1994. New analysis of efficiency based on DEA. *Journal of the Operations Research Society of Japan* 37: 158-167.

TAKAHASHI K; CARDOSO AII. 2014. Plant density in production of mini lettuce cultivars in organic system management. *Horticultura Brasileira* 32: 342-347. DOI - <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362014000300017>

## Plant density in production of mini lettuce cultivars in organic system management

Keiko Takahashi; Antonio II Cardoso

UNESP-FCA, Depto. Horticultura, C. Postal 237, 18610-307 Botucatu-SP; keiko.pontealta@gmail.com; ismaeldh@fca.unesp.br

### ABSTRACT

Production of mini vegetables in organic system is a good alternative to improve profit, but there are no researches about the optimum plant density for these cultivars in Brazilian conditions. Two experiments were conducted to evaluate the production of mini lettuce cultivars in different plant densities. Experiment 1 was conducted from January 1<sup>st</sup> (sowing) to February 10<sup>th</sup> (harvesting), 2012. The experimental design was completely randomized blocks, with six treatments in factorial scheme, 3 mini lettuce cultivars (Tudela, Renoir and Sartre) x 2 spacing between plants (16 and 20 cm), with eight replications and plots (2.04 m<sup>2</sup>) with six rows, spaced 15 cm. Experiment 2 was conducted from June 6<sup>th</sup> (sowing) to July 18<sup>th</sup> (harvesting), 2012. The cultivars Sartre and Renoir were evaluated under four plant densities (444,444; 333,333; 266,667 and 200,000 plants ha<sup>-1</sup>, corresponding to spacing of 15x15, 15x20, 25x15 and 25x20 cm, respectively). Eight treatments were defined by a factorial scheme 2 (cultivars) x 4 (plant densities) and arranged in a completely randomized block design, with nine replications and plots with 2.04 m<sup>2</sup>. The evaluated characteristics in both experiments were total and marketable fresh weight per plant, plant dry weight, plant diameter and height, marketable yield and discard percentage. In first experiment, during the summer, cultivar Sartre showed the highest marketable fresh weight (72 g plant<sup>-1</sup>). Heaviest plants (91.6 g plant<sup>-1</sup>) were obtained with the higher plant spacing, but the highest yield (2.51 kg m<sup>-2</sup>) was obtained with the smaller spacing. In winter, plants with higher total (190 g plant<sup>-1</sup>) and marketable (146 g planta<sup>-1</sup>) fresh weight were obtained with cultivar Sartre, and the same was observed in low plant density. However, the higher plant density, the higher the yield.

**Keywords:** *Lactuca sativa*, spacing, yield.

### RESUMO

#### Densidade de plantas na produção de cultivares de mini alfaces em sistema orgânico

A produção de mini hortaliças em sistema orgânico é uma boa alternativa para aumentar os lucros do produtor; no entanto, não há pesquisas sobre a melhor densidade de plantio para estas cultivares nas condições brasileiras. Dois experimentos foram conduzidos para avaliar a produção de cultivares de mini alface em diferentes densidades de plantio. O experimento 1 foi conduzido de 1 de janeiro (semeadura) a 10 de fevereiro (colheita) de 2012. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com seis tratamentos em esquema fatorial, 3 cultivares de mini alface (Tudela, Renoir e Sartre) x 2 espaçamentos entre plantas (16 e 20 cm), com oito repetições e parcelas (2,04 m<sup>2</sup>) com seis linhas espaçadas em 15 cm. O experimento 2 foi conduzido de 6 de junho (semeadura) a 18 de julho (colheita) de 2012. As cultivares Sartre e Renoir foram avaliadas em quatro densidades de plantio (444.444, 333.333, 266.667 e 200.000 plantas ha<sup>-1</sup>, correspondendo aos espaçamentos, 15x15, 15x20, 25x15 e 25x20 cm, respectivamente). Os oito tratamentos foram definidos pelo esquema fatorial 2 (cultivares) x 4 (densidades de plantas) e dispostos em blocos ao acaso, com nove repetições e parcelas com 2,04 m<sup>2</sup>. As características avaliadas em ambos experimentos foram massas de matéria fresca total e comercial, massa de matéria seca, diâmetro e altura das plantas, produtividade comercial e porcentagem de descarte. No primeiro experimento, durante o verão, a cultivar Sartre apresentou maior massa da matéria fresca comercial (72 g planta<sup>-1</sup>). Foram obtidas plantas mais pesadas (91,6 g planta<sup>-1</sup>) no maior espaçamento, porém, a maior produtividade (2,51 kg m<sup>-2</sup>) foi obtida com o menor espaçamento. No inverno, foram obtidas plantas com maiores massa fresca total (190 g planta<sup>-1</sup>) e comercial (146 g planta<sup>-1</sup>) na cultivar Sartre, assim como nas menores densidades de plantio. Porém, quanto maior a densidade, maior a produtividade.

**Palavras-chaves:** *Lactuca sativa*, espaçamento, produtividade.

(Recebido para publicação em 1 de outubro de 2013; aceito em 4 de junho de 2014)

(Received on October 1, 2013; accepted on June 4, 2014)

Lettuce (*Lactuca sativa*) is originated in the Mediterranean region. It is the species of major economic importance among the leafy vegetables and the most consumed in Brazil. According to IBGE (2009a), Brazilian's lettuce purchase *per capita* is around 0.91 kg yr<sup>-1</sup>, which corresponds to 3.4% of the

total vegetable species purchased per year. This quantity can be considered low, when comparing to tomato or potato, 4.9 and 4.0 kg yr<sup>-1</sup>, respectively. However, when taking into account only leafy vegetables the amount corresponds to 28.2%, which can be considered very relevant.

The inbred nature of lettuce dictates the relatively limited genetic variability in the crop as compared to cross pollinated crops. Human selection and breeding efforts have resulted in changes in size, shape, color, texture, and taste of leaves and plants, yield, and adaptation to different