



<http://dx.doi.org/10.12702/ii.inovagri.2014-a158>

## PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DA ÁGUA DO MORANGUEIRO EM CULTIVO HIDROPÔNICO FECHADO UTILIZANDO SUBSTRATO DE FIBRA DE COCO<sup>1</sup>

F. R. de Miranda<sup>2</sup>, V. B. da Silva<sup>3</sup>, F. S. R. dos Santos<sup>4</sup>, C. F. B. da Silva<sup>5</sup>, A. G. Rosseti<sup>6</sup>, I. Soares<sup>7</sup>

**RESUMO:** Avaliou-se a produtividade e a eficiência de utilização da água do morangueiro cultivado em dois tipos de sistemas hidropônicos fechados, na serra da Ibiapaba-CE. Os tratamentos foram constituídos dos sistemas de cultivo hidropônicos fechados em calhas e em sacos de cultivo, contendo substrato de fibra de coco e duas cultivares de morango (Festival e Oso Grande). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com os tratamentos de sistemas de cultivo arranjados em faixas e cinco repetições. Os sistemas de cultivo hidropônicos em calhas e em sacos apresentaram produtividades semelhantes (6425 g m<sup>-2</sup> e 6125 g m<sup>-2</sup>, respectivamente). Os maiores valores de produtividade e de eficiência de utilização da água foram obtidos com a cv. Festival, no sistema de cultivo em calhas (7405 g m<sup>-2</sup> e 12,7 g L<sup>-1</sup>, respectivamente).

**PALAVRAS-CHAVE:** *Fragaria x ananassa*, hidroponia, fibra de coco.

## YIELD AND WATER USE EFFICIENCY OF STRAWBERRY IN CLOSED HYDROPONIC SYSTEMS WITH COCONUT FIBER SUBSTRATE

**SUMMARY:** We evaluated the yield and water use efficiency of strawberry grown in two types of closed hydroponic systems at the Serra da Ibiapaba-CE, Brazil. The treatments consisted of closed hydroponic systems in gutters and in slabs, with coconut fiber substrate, and two strawberry cultivars (Festival and Oso Grande). The experimental design was a randomized strip plot design, with the hydroponic systems set in the strips and five replicates. The two closed hydroponic systems tested showed similar yields (6425 g m<sup>-2</sup> and 6125 g m<sup>-2</sup>, respectively). The highest values of yield and water use efficiency were obtained for cv. Festival, grown in gutters (7405 g m<sup>-2</sup> and 12.7 g L<sup>-1</sup>, respectively).

**KEYWORDS:** *Fragaria x ananassa*, hydroponics, coconut fiber.

## INTRODUÇÃO

O cultivo convencional do morangueiro (no solo) apresenta limitações relacionadas à incidência de fitopatógenos e seu controle com produtos químicos fumigantes e às dificuldades ergonômicas do cultivo em canteiros, que podem causar danos à saúde dos trabalhadores (Godoi et al., 2009). O uso de sistemas de cultivo sem solo (hidropônicos), em ambiente protegido, é apontado como uma tendência para a cultura do morangueiro. Uma vez que o cultivo é feito em bancadas acima do nível do solo, o trabalho é facilitado e menos insalubre, elimina-se o uso de produtos destinados à desinfecção do solo, há redução da ocorrência de doenças foliares, e conseqüentemente da aplicação de defensivos. Além disso, ocorre uma melhora da qualidade dos frutos, tanto do ponto de vista organoléptico, como de

<sup>1</sup> Pesquisa financiada pelo Banco do Nordeste do Brasil

<sup>2</sup> Ph.D., Pesquisador, Embrapa Agroindústria Tropical, R. Dra. Sara Mesquita, 2270, Fortaleza-CE, Brasil, CEP 60511-110. Email: fabio.miranda@embrapa.br

<sup>3</sup> Estudante de Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE.

<sup>4</sup> Eng. Agrônomo, Mestrando em Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE.

<sup>5</sup> Doutor, Pesquisador, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE.

<sup>6</sup> Doutor, Pesquisador, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE.

<sup>7</sup> Prof. Doutor, Depto. de Solos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE.



contaminantes químicos e microbiológicos (EMBRAPA, 2005). Nesse sentido, alguns estudos tem sido realizados no Brasil utilizando sistemas hidropônicos do tipo Nutrient Film Technique (NFT) (Fernandes Júnior et al., 2002; Bonnacarrère, 2002) ou com substratos (Fernandes Júnior et al., 2002; Godoi et al., 2009).

Os sistemas hidropônicos podem ser de dois tipos: a) fechados, estáticos ou recirculantes, quando a solução nutritiva que passa pelas raízes volta ao depósito de origem e, b) abertos, quando a solução aplicada ao ambiente radicular não retorna à origem (Fernandes Júnior et al., 2002). A maior parte dos sistemas de cultivo sem solo do morangueiro emprega algum tipo de substrato e é do tipo aberto. Os substratos permitem maior controle do teor de oxigênio e maior inércia térmica das raízes, quando comparados com os sistemas hidropônicos do tipo NFT. Em virtude da poluição do solo, o descarte da solução nutritiva em sistemas hidropônicos abertos vem sendo restringido em países da Europa como a Holanda e outros (Gimenez et al., 2008).

Apesar do cultivo sem solo ser uma tendência para a cultura do morangueiro, há necessidade de desenvolver sistemas que combinem alta produtividade, qualidade dos frutos, baixo custo e reduzido impacto ambiental. Esses sistemas devem ser do tipo fechado (sem descarte de solução nutritiva) e empregar substratos com boa disponibilidade e preços acessíveis na região (Gimenez et al., 2008). Sistemas hidropônicos fechados, utilizando como substrato a casca de arroz carbonizada, foram testados com sucesso no cultivo do morangueiro por Godoi et al. (2009) no Rio Grande do Sul.

Nas regiões Norte e Nordeste do Brasil um dos substratos com maior disponibilidade é a fibra de coco. Esse material é um excelente substrato orgânico devido às suas propriedades de retenção de umidade, aeração do meio de cultivo e estimulador de enraizamento (Nunes, 2000; Carrijo et al., 2004).

Este trabalho teve por objetivo avaliar a produtividade e a eficiência de utilização da água do morangueiro cultivado em dois tipos de sistemas hidropônicos fechados e com substrato de fibra de coco.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de maio de 2012 a janeiro de 2013, em uma propriedade particular localizada em Ibiapina-CE (latitude 3°58'S, longitude 40°52'O e altitude 920 m). Os tratamentos foram constituídos de dois sistemas de cultivo hidropônicos fechados (em calhas e em sacos) e duas cultivares de morango (Festival e Oso Grande). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com os tratamentos de sistemas de cultivo arranjados em faixas e cinco repetições.

Nos sistemas hidropônicos foram utilizadas duas bancadas de madeira com 0,8 m de altura, 1,0 m de largura e 12,0 m de comprimento, espaçadas de 0,8 m entre si. As bancadas foram instaladas sob túnel alto com estrutura tubular em aço galvanizado, coberta com filme plástico leitoso de 150 µm, com 3 m largura e 2,5 m de altura. Em uma das bancadas foram instaladas três fileiras de calhas modelo Auto Compensadora Pequena (Hidrogood Horticultura Moderna Ltda.), com dimensões de 4,0 m de comprimento, 0,22 m de altura e 0,17 m de largura. Cada calha foi preenchida com 26 L de substrato de fibra de coco Golden Mix Misto Tipo 80 (Amafibra Fibras e Substratos Agrícola da Amazônia Ltda). Na outra bancada foram dispostas duas fileiras de 10 sacos de cultivo feitos de plástico branco-preto, com dimensões de 1,2 m de comprimento, 0,22 m de largura e 0,12 m de altura cada, contendo substrato de fibra de coco (BM Bioengenharia Ambiental Ltda).

No tratamento do cultivo em calhas foi utilizado o espaçamento de 0,30 m entre plantas e 0,33 m entre fileiras, totalizando 12 plantas por parcela. No cultivo em sacos foram utilizados dois sacos de cultivo por parcela, espaçados de 0,5 m entre si. Em cada saco foram plantadas oito mudas, no espaçamento de 0,15 m entre fileiras e 0,30 m entre plantas na fileira, em triângulo, totalizando 16 plantas por parcela.

O plantio foi realizado em 23/05/2012 utilizando mudas de raiz nua. Os tratamentos culturais foram realizados de acordo com as recomendações de Bortolozzo et al. (2007). Semanalmente foram retirados estolões e folhas senescentes ou que apresentassem sintomas de doenças foliares. Pragas e doenças foram controladas quimicamente quando necessário.

Na fertirrigação foi utilizada a solução nutritiva recomendada por Furlani e Fernandes Júnior (2004). Para sua aplicação foi utilizado um sistema recirculante, em que a solução foi bombeada a

partir de um reservatório de fibra de vidro com 5 m<sup>3</sup> de capacidade e aplicada por gotejamento (um emissor por planta, com vazão de 2 L h<sup>-1</sup>). Foram aplicados pulsos de irrigação com duração de 5 min (volume de 0,17 L por pulso, por planta). O número de pulsos diários variou de um por dia nos primeiros dias após o transplante das mudas a até no máximo seis pulsos por dia a partir dos 110 dias após o transplante (DAT). Os volumes de solução nutritiva excedentes à capacidade de retenção do substrato foram coletados das calhas e dos sacos de cultivo, por tubos de PVC e conduzidos por gravidade de volta para o reservatório. A cada 15 dias a solução nutritiva restante no reservatório foi descartada e substituída por uma nova solução.

As colheitas foram realizadas duas vezes por semana, de 05/07/2012 (42 DAT) até 22/02/2013 (274 DAT). Em cada colheita foram avaliados o número e a massa de frutos por parcela, utilizando uma balança eletrônica com precisão de 0,1 g. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores máximos e mínimos de pH e condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva medidos durante o experimento.

Tabela 1 – Valores medidos de pH e condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva em sistemas de cultivo hidropônico fechados em calhas e em sacos.

	Calhas	Sacos
pH Solução Nutritiva	5,0 - 6,6	5,0 - 6,6
pH Drenagem	5,1 - 6,7	5,1 - 6,6
CE Solução Nutritiva (dS m <sup>-1</sup> )	1,2 - 1,8	1,2 - 1,8
CE Drenagem (dS m <sup>-1</sup> )	1,0 - 2,2	1,1 - 2,2

Considerando-se a média das duas cultivares, não houve diferenças significativas de produtividade (g m<sup>-2</sup>) entre os sistemas de cultivo hidropônico em calhas e em sacos (Tabela 2). A cultivar Oso Grande apresentou produtividade inferior a cv. Festival no sistema de cultivo em calhas. Já no sistema de sacos não houve diferença significativa entre as duas cultivares.

Tabela 2 - Massa de frutos por metro quadrado (g m<sup>-2</sup>) de duas cultivares de morango em dois sistemas de cultivo hidropônico. Ibiapina-CE, 2012\*.

Cultivares	Calhas	Sacos	Média
Festival	7405,0 a A	6568,4 a B	6986,7 a
Oso Grande	5444,4 b A	5681,6 a A	5563,0 b
Média	6424,7 A	6125,0 A	6274,8
CV (%)	11,8	9,9	11,3

\*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Atualmente a cultivar Oso Grande é a preferida pelos produtores da região da Ibiapaba, os quais relatam que ela é uma das mais resistentes às doenças e produz frutos de tamanho e aparência adequados para o mercado de frutos in natura. Segundo Antunes & Reisser Júnior (2007), a cv. Oso Grande é a cultivar de morangueiro de maior expressão econômica no Brasil.

As produtividades alcançadas no presente estudo são comparáveis com aquelas obtidas na Europa, em estudos com o morangueiro cultivado em sistemas hidropônicos com substratos, que segundo Gimenez et al. (2008), variam de 5 a 10 kg m<sup>-2</sup>.

Com relação a outros estudos realizados no Brasil, a produtividade máxima obtida no presente estudo (7,4 kg m<sup>-2</sup> com a cultivar Festival no sistema de calhas) foi superior às obtidas em cultivos no solo na região Sul do Brasil por Virmond e Resende (2006) (5,5 e 5,7 kg m<sup>-2</sup>, com as cultivares Oso Grande e Camarosa, respectivamente) e Cancian et al. (2002) (1,8 kg m<sup>-2</sup> e 2,6 kg m<sup>-2</sup>, com as

cultivares Oso Grande e Camarosa, respectivamente). Andriolo et al. (2002) obtiveram produtividade média de 4,0 kg m<sup>-2</sup> com a cultivar Dover, em Santa Maria-RS, em cultivo hidropônico aberto, com sacolas plásticas contendo substrato orgânico comercial,

A produção (massa) de frutos por planta do sistema de cultivo em calhas foi significativamente superior à obtida no cultivo em sacos (Tabela 3). Tais diferenças muito provavelmente estão relacionadas à maior densidade de plantas e, conseqüentemente, maior competição entre plantas, no cultivo em sacos, em relação ao cultivo em calhas.

Tabela 3 - Massa de frutos por planta (g/planta) de quatro cultivares de morango em dois sistemas de cultivo hidropônico. Ibiapina-CE, 2012.

Cultivares	Calhas			Sacos			Média
Festival	1407,0	a	A	936,0	a	B	1171,5
Oso Grande	1034,6	b	A	809,8	a	B	922,2
Média	1220,8		A	872,9		B	1046,9
CV(%)	11,8			9,6			11,3

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

A cv. Festival apresentou maior massa de frutos por planta que a cultivar Oso Grande. A produtividade máxima por planta obtida no presente estudo com a cv. Festival cultivada em calhas (1407 g/planta) foi superior àquelas obtidas por Godoi et al. (2009) em cultivos hidropônicos fechados com a cultivar Arazá (1065 g/planta e 845 g/planta em sacolas e em calhas, respectivamente). Oliveira et al. (2011) obtiveram produtividade de 774 g/planta com a cv. Festival, em cultivo no solo na região de Pelotas-RS. Para sistemas de cultivo hidropônico em sacos, nas condições climáticas do Rio Grande do Sul, Bortolozzo et al. (2007) considera satisfatória uma produtividade média anual de 1200 g/planta.

#### Massa média dos frutos

O sistema de cultivo em calhas apresentou frutos de maior massa em relação ao sistema de sacos, o que pode ser atribuído à menor densidade de plantas utilizada naquele sistema (Tabela 4). A cv. Oso Grande apresentou frutos de massa significativamente maior que a cv. Festival.

Observou-se que os frutos de morango produzidos no presente estudo apresentaram valores de massa média inferiores aos observados com as mesmas cultivares nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. Virmond e Resende (2006) obtiveram valores de massa média de frutos da cv. Oso Grande de 13,8 g/fruto em cultivo no solo, no estado do Paraná. Oliveira et al. (2011) obtiveram frutos com massa média de 24,9 g com a cv. Festival, em Pelotas-RS. Tais diferenças indicam que há necessidade de avaliar outras cultivares de morango que apresentem melhor adaptação às condições climáticas da região, assim como aperfeiçoar o sistema de cultivo, visando à obtenção de frutos com maior tamanho.

Tabela 4 - Massa média do fruto (g) de duas cultivares de morango em dois sistemas de cultivo hidropônico. Ibiapina-CE, 2012.

Cultivares	Calhas			Sacos			Média
Festival	9,6	b	A	9,4	b	A	9,5
Oso Grande	12,0	a	A	11,6	a	A	11,8
Média	10,8		A	10,4		B	10,6
CV (%)	4,0			2,4			3,8

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

#### Eficiência de utilização da água

Durante o ciclo da cultura (274 dias) o consumo total de solução nutritiva foi maior no sistema de calhas em relação ao sistema de cultivo em sacos (101 L/planta e 98 L/planta nos sistemas de calhas e de sacos, respectivamente). Essas diferenças, embora pequenas, podem ser atribuídas à menor densidade de plantio e às perdas de água por evaporação que ocorrem nas calhas e que são reduzidas nos sacos de cultivo, nos quais a superfície do substrato fica quase que totalmente coberta.

No entanto, o sistema de calhas apresentou maior eficiência de utilização da água que o sistema de cultivo em sacos, em virtude da maior produtividade por planta (Figura 1). Foram observados valores médios de eficiência de utilização da água de 12,1 e 8,9 g de frutos por litro de solução nutritiva consumida, para os sistemas de cultivo em calhas e em sacos, respectivamente. Esses valores de eficiência de utilização da água foram superiores aos observados por Kirschbaum et al. (2004) em cultivos no solo (4,0 a 4,5 g L<sup>-1</sup>).

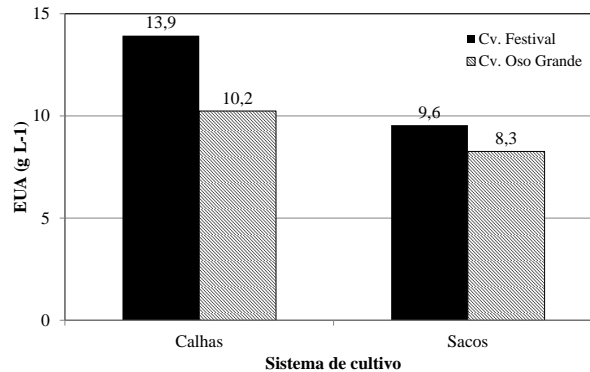


Figura 1 - Eficiência de utilização da água (EUA, em gramas de frutos por litro de solução nutritiva) das cultivares de morangueiro Festival e Oso Grande, em sistemas de cultivo hidropônico de calhas e de sacos. Ibiapina-CE, 2012.

Ressalta-se que os sistemas fechados como os utilizados no presente estudo apresentam uma redução do consumo de água e fertilizantes da ordem de 20% a 50% em relação aos sistemas hidropônicos abertos, nos quais se aplica um excesso de solução nutritiva para controlar a salinidade no substrato. Nesses sistemas, caso o volume excedente não seja aproveitado em outros cultivos, há redução da eficiência de utilização da água e nutrientes e poluição do solo e do lençol freático, razão pela qual alguns países tem proibido o uso de sistemas hidropônicos abertos.

## CONCLUSÕES

1. Os sistemas hidropônicos fechados em calhas e em sacos, contendo substrato de fibra de coco apresentaram produtividades semelhantes de morango;
2. Nas condições climáticas da serra da Ibiapaba, a cv. Festival apresentou produtividade superior à cv. Oso Grande, que por sua vez apresentou frutos com maior massa.
3. Em termos de eficiência de utilização da água, os melhores resultados foram obtidos com o sistema hidropônico em calhas e a cultivar Festival.

## REFERÊNCIAS

- ANDRIOLO, J.L.; BONINI, J.V.; BOEMO, M.P. Acumulação de matéria seca e rendimento de frutos de morangueiro cultivado em substrato com diferentes soluções nutritivas. *Horticultura Brasileira*, v. 20, n. 1, p. 24-27, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362002000100004>
- ANTUNES, L.E.C.; REISSER JUNIOR, C. Fragole, i produttori brasiliani mirano all' esportazione in Europa. *Rivista di Frutticoltura e di Hortofloricoltura*, v. 69, p. 60-64, 2007.
- BONNECARRÈRE, R.A.G. Soluções nutritivas e formas de manejo do morangueiro em hidroponia. Santa Maria, 2002. 55p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria.
- BORTOLOZZO, A.R., SANHUEZA, R.M.V., MELO, G. W. B., BERNARDI, J. KOVALESKI, A., HOFFMANN, A., BOTTON, M., FREIRE, J. M., BRAGHINI, L.C., VARGAS, L., CALEGARIO, F. F., FERLA, N. J., PINENT, S. M. J. Produção de morangos no sistema semi-hidropônico. *Circular Técnica*, 62. Bento Gonçalves: Embrapa, 2007. 24 p.
- CANSIAN, R. L.; MOSSI, A.J.; LEONTIEV-ORLOV, O.; BARBIERI, C.; MURTELLE, G.; PAULETTI, G.; ROTA, L. Comportamento de cultivares de morango (*Fragaria x ananassa* Duch)

- na região do Alto Uruguai do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 8, n. 2, p. 103-105, 2002.
- CARRIJO, O.A.; VIDAL, M.C.; REIS, N.V.B.; SOUZA, R.B.; MAKISHIMA, N. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. *Horticultura Brasileira*, v. 22, n. 1, p.5-9, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362004000100001>
- EMBRAPA Sistema de Produção do Morango: Cultivo Protegido. Embrapa Clima Temperado, Sistemas de Produção, 5. Versão Eletrônica, 2005. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProducaoMorango/index.htm>. Acesso em: 24 jan 2012.
- FERNANDES JÚNIOR, F.; FURLANI, P.R.; RIBEIRO, I.J.A.; CARVALHO C.R.L. Produção de frutos e estolhos de morangueiro em diferentes sistemas de cultivo em ambiente protegido. *Bragantia*, v.61, n.1, p.25-34, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052002000100005>
- FURLANI, P.R.; FERNANDES JÚNIOR, F. Cultivo hidropônico de morango em ambiente protegido. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO & ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 2., 2004, Pelotas. Anais... Pelotas: Corrêa Antunez, L.E. et al. (Ed.). EMBRAPA, 2004. p.102-115. (Documentos 124).
- GIMENEZ, G.; ANDRIOLO, J.L.; GODOI, R.S. Cultivo sem solo do morangueiro. *Ciência Rural*, v.38, n.1, p.273-279, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008000100048>
- GODOI, R.S.; ANDRIOLO, J.L.; FRANQUÉZ, G.G.; JÄNISCH, D.I.; CARDOSO, F.L.; VAZ, M. A.B. Produção e qualidade do morangueiro em sistemas fechados de cultivo sem solo com emprego de substratos. *Ciência Rural*, v.39, n.4, p.1039-1044, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009005000054>
- KIRSCHBAUM, D.S.; CORREA, M.; BÛRQUEZ, A.M.; LARSON, K.D.; DEJONG, T.M. Water Requirement and Water Use Efficiency of Fresh and Waiting-Bed Strawberry Plants. *Acta Horticulturae*, v.664, p.347-352, 2004.
- NUNES, M.U.C. Produção de mudas de hortaliças com o uso da plasticultura e do pó de coco. Circular Técnica da Embrapa Tabuleiros Costeiros 13, Aracaju, 2000.
- OLIVEIRA, R.P.; SCIVITTARO, W.B.; ROCHA, P.S.G. Produção de cultivares de morango, utilizando túnel baixo em Pelotas. *Revista Ceres*, v. 58, n.5, p. 625-631, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2011000500013>
- VIRMOND, M.F.R.; RESENDE, J.T.V. Produtividade e teor de sólidos solúveis totais em frutos de morango sob diferentes ambientes de cultivo. *Revista Eletrônica Lato Sensu–Ciências Agrárias*, v. 1, p. 62-69, 2006.