

## AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DE PEREIRAS ‘HOSUI’ E ‘ROCHA’ EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS NO SISTEMA DE CULTIVO ORGÂNICO<sup>1</sup>

JUÇARA ELZA HENNERICH<sup>2</sup>, RENATO VASCONCELOS BOTELHO<sup>3</sup>,  
LUCIANO FARINHA WATZLAWICK<sup>4</sup>, SILVANA GIROTTI MARTINS FERREIRA<sup>5</sup>,  
ALESSANDRO JEFFERSON SATO<sup>6</sup>

**RESUMO-** O objetivo deste trabalho foi verificar a influência de diferentes espaçamentos de plantio sobre o crescimento vegetativo de pereiras das cvs. Rocha e Hosui, em sistema orgânico de produção. As mudas das pereiras ‘Rocha’ e ‘Hosui’ enxertadas sobre o marmeleiro ‘CP’ foram plantadas em setembro de 2009. Os espaçamentos utilizados foram: 1,0; 0,8; 0,6 e 0,4 m, entre plantas por 3,5 m entre linhas, equivalendo às densidades de plantio de 2.857; 3.571; 4.762 e 7.143 plantas ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Por dois ciclos consecutivos - 2011/2012 e 2012/2013 -, referentes ao terceiro e ao quarto anos após o plantio, respectivamente, foram avaliadas as variáveis diâmetro de tronco, diâmetro de ramos e número de ramos. No segundo ciclo, foram avaliados o volume de copa, a área foliar estimada, a cobertura do dossel e os teores de clorofila a, b e total. Considerando as variáveis: projeção vertical de área foliar estimada, volume de copa e diâmetro de tronco e ramos, para a cv. Hosui, observou-se maior vigor vegetativo em relação à cv. Rocha. A cv. Rocha apresentou redução dos teores de clorofila no menor espaçamento entre plantas, enquanto na cv. Hosui os teores de clorofila não variaram com o espaçamento. Ocorreu aumento da área foliar estimada em função do adensamento para as duas cultivares; para o volume de copa, porém, este efeito foi observado apenas para a cv. Hosui, e para o índice de cobertura de dossel, apenas para a cv. Rocha. O maior adensamento de plantio favoreceu as pereiras da cv. Hosui, proporcionando maior volume de copa por área de terreno, sem ocorrer redução dos teores foliares de clorofila, mas com aumento da cobertura do dossel. Para a cv. Rocha, no entanto, adensamentos maiores do que 4.700 plantas ha<sup>-1</sup> parecem ser prejudiciais, visto promoverem redução dos teores foliares de clorofila, porém com maior cobertura do dossel, podendo indicar autossombreamento.

**Termos para indexação:** *Pyrus Communis*, *Pyrus pyrifolia*, *Cydonia oblonga*, densidade de plantio em agricultura orgânica.

### EVALUATION OF THE VEGETATIVE DEVELOPMENT OF ‘HOSUI’ AND ‘ROCHA’ PEAR AT DIFFERENT SPACINGS IN ORGANIC FARMING SYSTEM

**ABSTRACT -** The objective of this study was to determine the influence of different planting spacing on vegetative growth of pear trees cvs. Rocha and Hosui under organic production system. The nursery trees grafted on quince ‘CP’ were planted in September 2009. The adopted spacing were: 1.0, 0.8, 0.6 and 0.4 m among plants with 3.5 m between rows, equivalent to planting densities of 2,857; 3,571; 4,762 and 7,143 plants ha<sup>-1</sup>, respectively. For two consecutive cycles - 2011/2012 and 2012/2013 – referent to the third and the fourth year after planting, respectively, it was evaluated the following: diameter of the trunk, diameter of branches and number of branches. In the second cycle were evaluated the canopy volume, the estimated vertical projection of the leaf area, the canopy cover and the leaf content of chlorophylls *a*, *b* and *total*. Considering the variables vertical projection of the estimated leaf area, canopy volume and diameter of the trunk and branches, the cv. Hosui showed the greatest vigor. The cv. Rocha presented decreasing chlorophyll content for the increasing in planting density, while for cv. Hosui the chlorophyll content did not vary with the reduction of plant density. There was an increase in leaf area estimated as a function of density for the two cultivars; however, for the canopy volume, this effect was observed only for cv. Hosui, nevertheless index and canopy cover only for cv. Rocha. The highest planting density was favorable for pear trees of cv. Hosui, providing greater canopy volume per area without compromising the levels of leaf chlorophyll and increased canopy cover. However, for pear trees of cv. Rocha, planting density higher than 4,700 plants ha<sup>-1</sup>, could be harmful, as it decreases the levels of leaf chlorophyll, but keeping increasing canopy cover, which may indicate self-shading.

**Index terms:** *Pyrus Communis*, *Pyrus pyrifolia*, *Cydonia oblonga*, Planting density under organic agriculture.

<sup>1</sup>(Trabalho 187-14). Recebido em: 06-06-2014. Aceito para publicação em: 18-02-2014.

<sup>2</sup>Mestranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia – UNICENTRO /Guarapuava – PR. E-mail: jhennerich@ig.com.br

<sup>3</sup>Eng. Agr. Dr. Professor Associado. Departamento de Agronomia, UNICENTRO/Guarapuava – PR. E-mail: rbotelho@unicentro.br

<sup>4</sup>Dr. Professor Associado – UNICENTRO, pesquisador do CNPQ. E-mail: Luciano.watzlawick@pq.cnpq.br

<sup>5</sup>Mestre em Agronomia (UNICENTRO) – CEEPAR /Guarapuava – PR E-mail: silgirotto@zipmail.com.br.

<sup>6</sup>Professor de horticultura. UFPR/ Palotina – PR. E-mail: asato@ufpr.br.

## INTRODUÇÃO

A pereira pertence à família Rosaceae, compreendendo espécies de clima temperado de grande importância mundial, com produção de 22,6 milhões de toneladas, sendo a China o maior produtor (67,3%), seguido pela Itália (3,2%) e pelos Estados Unidos (3,2%) (FAO, 2012).

Em 2012, no Brasil, a produção de peras foi de aproximadamente 21.993 t, sendo o Estado do Rio Grande do Sul o maior produtor nacional (48,8%), seguido pelos Estados de Santa Catarina (29,7%) e Paraná (18,2%) (IBGE, 2012). A produtividade média de peras no País é de 11,7 t ha<sup>-1</sup>, rendimento muito abaixo de países como Argentina e Chile, que apresentam produtividades de 26,7 t ha<sup>-1</sup> e 28,9 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente (FAO, 2012; IBGE, 2012).

Entre os fatores que impedem a expansão da cultura em território nacional e a melhoria dos índices de produtividade, estão a falta de pesquisas em tecnologias de produção e a geração de cultivares adaptadas às diferentes regiões produtoras. De acordo com Hawerth et al. (2011), a baixa frutificação efetiva das pereiras no Sul do Brasil é um dos principais problemas técnicos relacionados aos baixos índices produtivos da cultura.

Faoro et al. (2009) consideram, ainda, que a falta de cultivares de alta qualidade e adaptadas para o Brasil ocasiona uma série de distúrbios fisiológicos que se refletem na floração deficiente e na má-formação de flores, conseqüentemente, menor qualidade e baixa produtividade. Apesar dos entraves, a região Sul do Brasil possui condições climáticas possíveis para a implementação da produção de peras, com grande potencial de expansão (FAORO; NAKASU, 2001).

O aumento da densidade de plantio é uma importante ferramenta para aumentar a produção de frutos por área, a lucratividade do fruticultor, e para maximizar o uso do solo. O plantio de pereiras em altas densidades é bastante utilizado nos pomares europeus e em menor escala na América do Sul. Além dos benefícios financeiros advindos da maior precocidade e de menores custos de produção, é uma prática ambientalmente mais segura, visto que reduz o uso de insumos, proporciona melhor aproveitamento da água e dos nutrientes do solo, mantém o solo protegido e reduz os custos com mão de obra (ELKINS et al., 2008).

De acordo com Robinson et al. (2006), o objetivo do adensamento é maximizar a eficiência produtiva através de um equilíbrio entre interceptação da luz e eficiência das operações culturais. Ainda segundo estes autores, o melhor sistema de condução

é aquele onde se conseguem precocidade e qualidade, boa distribuição da luz em todas as partes da planta e um desenvolvimento vegetativo adequado, facilitando a colheita.

Alguns trabalhos relatam as alterações no crescimento e na arquitetura das plantas em função da condução e/ou da densidade de plantio em pomares. Buler e Mika (2009) verificaram em plantio adensado de macieiras cv. Sampion que houve variação de interceptação de luz e de índice de área foliar em função da condução, sendo que o sistema tipo "Mikado" apresentou os resultados mais positivos comparativamente aos demais estudados. Policarpo et al. (2006) constataram diferenças em relação ao desenvolvimento da copa de pereiras das cultivares William's e Conference, em função do adensamento de plantio, sendo que a redução do espaçamento afetou consideravelmente o crescimento do tronco e alterou a conformação da copa para ambas as cultivares. No entanto, a massa seca, o volume e a distribuição de raízes foram afetados somente para a cv. Williams.

Segundo Webster (2005), cultivares com crescimento mais vigoroso podem ser beneficiadas pelo adensamento, pois níveis moderados de desenvolvimento vegetativo garantem a formação de flores e adequada frutificação. Além disso, a penetração de luz na copa de plantas com menor desenvolvimento vegetativo contribui para melhoria da qualidade de frutos.

Outro aspecto a considerar é que os pomares comerciais, em sua grande maioria, são ainda conduzidos no sistema de cultivo convencional, muito dependentes de insumos químicos, como fertilizantes e pesticidas, o que traz preocupações em relação ao ambiente e à saúde pública (SAMPAIO et al., 2008). Como reflexo desta percepção pelos consumidores, a procura por produtos orgânicos está em ascensão, acentuando a necessidade do desenvolvimento de novas tecnologias de produção, armazenamento, distribuição e comercialização de produtos agrícolas (DETONI et al., 2005).

Neste contexto, faz-se necessário elucidar qual a densidade de plantio mais adequada que garanta a máxima interceptação da radiação solar e máximo aproveitamento de terreno, sem redundar em autossombreamento e comprometimento da eficiência fotossintética da planta. Desta forma, este trabalho teve por objetivo avaliar o desenvolvimento vegetativo de pereiras 'Hosui' e 'Rocha', cultivadas em diferentes espaçamentos de plantio, no sistema orgânico de produção.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em pomar experimental em Guarapuava – PR (25°23'36"S, 51°27'19"O e 1.120 m de altitude), onde o clima, conforme classificação de Köppen, é o subtropical úmido Cfb, com verões amenos, geadas no inverno e precipitação anual de 1.800-2.000 mm (IAPAR, 2010). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Bruno álico distrófico (EMBRAPA, 2013). Foram utilizadas as cultivares de pereira Rocha e Hosui enxertadas sobre o porta-enxerto de marmeleiro 'CP', com filtro de *Pyrus communis*, do clone "FT" (Empresa Clone Propagação de Plantas, Araucária-PR). A polinizadora utilizada foi a cv. Packham's 2, na proporção de 8:1 – produtora:polinizadora. As pereiras foram plantadas em setembro de 2009, em linhas espaçadas de 3,5 m e quatro espaçamentos diferentes entre plantas: 1,0; 0,8; 0,6 e 0,4 m, equivalendo às densidades de plantio de 2.857; 3.571; 4.762 e 7.143 plantas ha<sup>-1</sup>, respectivamente. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2x4 (cultivares x espaçamentos), com seis repetições, e parcelas experimentais constituídas por quatro plantas, sendo que a parcela útil de avaliação foi representada pelas duas plantas centrais.

A adubação do pomar, desde sua implantação, em setembro de 2009, foi feita usando fontes orgânicas, e prioritariamente materiais disponíveis na região (esterco bovino, resíduos agrícolas, pó de basalto e adubos verdes) em quantidades previamente estimadas de acordo com as necessidades das plantas, a partir das análises de solo, além da adição complementar de fosfato natural Arad, sulfato de potássio e calcário calcítico (CQFS-RS/SC, 2004). As plantas foram conduzidas em sistema líder central, com copa estreita e em espaldeira, com irrigação por gotejamento. As avaliações foram realizadas nos ciclos de 2011/2012 e 2012/2013, correspondendo ao terceiro e ao quarto anos após o plantio, respectivamente.

Durante os dois ciclos, foram avaliados o diâmetro do tronco, o diâmetro dos ramos e foi feita a contagem do número de ramos. Estas avaliações foram realizadas no mês de maio de cada ciclo, por ocasião da queda das folhas. A medição do tronco foi realizada em todas as plantas, a 20 cm acima do ponto de enxertia. O diâmetro dos ramos do ano foi medido a 10 cm da inserção no tronco, em cinco ramos por planta, previamente identificados. Para o número de ramos, foi realizada a contagem total por planta.

No segundo ciclo (2012/2013), foram avaliadas as variáveis projeção vertical de área foliar

estimada (AFE), somatório dos volumes de copa por hectare (VC), índice de cobertura do dossel (ICD) e o teor total de clorofilas das folhas (TC). A projeção vertical de área foliar estimada foi determinada utilizando fotografias digitais, pela sobreposição da imagem da planta sobre uma tela com 3 m de altura e 1 m de largura, recoberta com um plástico branco. O cálculo da área foliar estimada foi realizado pelo programa computacional ImageJ 1.42q (National Institutes of Health) (ABRAMOFF et al., 2004) e posteriormente estimou-se a porcentagem de área foliar estimada em função da área do gabarito (m<sup>2</sup> de área/foliar m<sup>2</sup> de tela). (Figura 1A).

Para o índice de cobertura do dossel, as leituras foram realizadas com o uso do densiômetro esférico côncavo (Marca Wildco, modelo B), colocado a 30 cm de altura do solo. O densiômetro é composto por um espelho, com o seu centro dividido em 24 quadrantes. Para a leitura, cada quadrante foi dividido em quatro, somando 96 quadrantes. Para estimar a cobertura, foram sistematicamente contados quantos quadrados foram preenchidos pela sombra do dossel projetada no espelho do densiômetro. O total de quadrados ocupados pelo dossel foi multiplicado por 1,04, coeficiente este que permite a estimativa de cobertura, fornecendo os dados diretamente em porcentagem. As leituras foram realizadas na primeira dezena de dezembro de 2012, das 11 às 12 horas, em dias de sol pleno, com 3 leituras por parcela, nas seis repetições, mantendo o aparelho posicionado equidistante entre duas plantas e na mesma linha de plantio. Para a conversão do resultado em percentual, foi utilizada a fórmula:  $ICD = AS \times 1,04$  (IDC= Índice de Cobertura de Dossel; AS= Área sombreada (%); 1,04 = Fator de correção do aparelho) (LEMMON, 1957).

O volume de copa foi calculado pelas medições de altura, largura e espessura de cada planta, através da fórmula:  $VC = L \times E \times H$  (VC = volume de copa (m<sup>3</sup>); L = largura da copa no sentido da linha de plantio (m); E = espessura da copa no sentido da entrelinha (m); H = altura da copa, a partir do ponto de inserção do primeiro ramo no tronco (m)). As medições foram realizadas no mês de dezembro de 2012, período considerado de máximo desenvolvimento vegetativo, antecedendo o início do amadurecimento dos frutos.

Para a determinação do teor de clorofila, foram coletadas 12 folhas por parcela experimental, sendo escolhidas aquelas com tonalidade verde-escura (folhas "maduras") com inserção mediana em ramos do ano. A coleta das folhas foi realizada entre as 12 as 14 h. Em laboratório, foram removidos 2 discos por folha, com diâmetro de 1,6 cm. Os discos

foram macerados em acetona a 80%, em ambiente com iluminação reduzida. Os extratos obtidos foram filtrados com papel-filtro e transferidos para balões volumétricos de 50 mL, completando-se o volume ao final da filtração com acetona a 80%. A densidade óptica dos filtrados foi lida em espectrofotômetro (*Spectrophotometer* - SP 2.000 UV), nos comprimentos de ondas ( $\lambda$ ) de 645 e 663 nm, utilizando cubetas de quartzo. A partir dessas leituras, determinou-se a concentração ( $\text{mg cm}^{-2}$ ) de clorofilas *a*, *b* e *totais* nas soluções de leitura, por meio de fórmulas propostas por Arnon (1949). Estes valores foram transformados para teores de clorofilas *a*, *b* e *totais* nas folhas, expressos em unidades de massa fresca ( $\mu\text{g mL}^{-1}$ ). As fórmulas utilizadas foram as seguintes:

$$\begin{aligned}\text{Clorofila a } (\mu\text{g mL}^{-1}) &= 12,7 \cdot A_{663} - 2,69 \cdot A_{645} \\ \text{Clorofila b } (\mu\text{g mL}^{-1}) &= 22,9 \cdot A_{645} - 4,68 \cdot A_{663} \\ \text{Clorofila total } (\mu\text{g mL}^{-1}) &= 20,2 \cdot A_{645} + 8,02 \cdot A_{663}\end{aligned}$$

Foram realizadas amostragens em três épocas diferentes: 23-12-2012; 27-01-2013 e 27-02-2013.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, estudando-se a interação entre os fatores e, quando significativo, foi realizada análise de regressão polinomial e teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se do programa estatístico SISVAR 5.0 (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável projeção vertical da área foliar estimada (AFE), não houve interação entre os fatores, porém verificaram-se efeitos isolados das cultivares e dos espaçamentos. As pereiras da cv. Hosui apresentaram valores cerca de 50% superiores aos da cv. Rocha (Figura 2A). Em relação ao fator espaçamento, foi constatado efeito quadrático, independentemente da cultivar, sendo que em média a AFE foi cerca de 75% para o espaçamento de 0,4 m, superior ao espaçamento de 1,0 m, em aproximadamente 50%, demonstrando maior aproveitamento espacial e de interceptação da luz solar para o maior adensamento, que equivaleu a 7.143 plantas  $\text{ha}^{-1}$  (Figura 2B).

Para o índice de cobertura de dossel (ICD), houve interação entre os fatores cultivares e espaçamentos. Para a cv. Hosui, não houve significância para regressão em função dos espaçamentos, sendo a média geral representada no gráfico por uma reta paralela ao eixo *x* (Figura 3).

No entanto, verificou-se efeito quadrático para a cv. Rocha, em que o espaçamento de 0,4 m aumentou em cerca 90% o ICD em relação aos demais espaçamentos, sendo que este resultado poderia ser interpretado como uma maior interceptação da luz solar com o aumento do adensamento de plantio ou até mesmo um autossombreamento prejudicial do interior da copa.

Para a variável volume de copa (VC), houve interação entre os fatores, apresentando um efeito quadrático pela análise de regressão, mas somente para a cv. Hosui, com aumento do volume de copa por hectare em função da redução do espaçamento (Figura 4). Com o maior adensamento de plantio, o volume de copa atingiu 6.500  $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ , no espaçamento de 0,4 m, enquanto em 0,6 m o volume foi cerca de 4.000  $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ , ou seja 38,5% inferior, indicando melhor aproveitamento espacial e melhor interceptação da radiação solar com o maior adensamento de plantio.

A cv. Hosui apresentou maior diâmetro do tronco (2012) e de ramos (2012 e 2013) em relação à cv. Rocha, em todos os espaçamentos adotados. Para o segundo ciclo de avaliação, a cv. Rocha apresentou maior número de ramos em relação à cv. Hosui. Não houve, porém, efeitos dos espaçamentos para estas variáveis (Tabela 1).

Considerando a média de três épocas de amostragem para alguns espaçamentos, a cv. Rocha apresentou maiores teores de clorofila *a*, *b* e *total* em relação à cv. Hosui, com diferença significativa para clorofila *a*, no espaçamento de 0,6 m e para a clorofila *b* e *total* para o espaçamento de 1,0 m (Figura 5). Em relação ao efeito dos espaçamentos, para a cv. Rocha, houve redução dos teores de clorofila *a*, *b* e *total* no espaçamento de 0,4 m. Para a cv. Hosui, não se observaram diferenças entre os espaçamentos nos teores de clorofila.

Em relação ao crescimento vegetativo, observou-se que a cv. Hosui apresentou maior vigor em relação à cv. Rocha, considerando as variáveis: AFE, VC e para os diâmetros de tronco e ramos em alguns dos espaçamentos utilizados. As diferenças podem ser atribuídas ao hábito de crescimento de cada cultivar, considerando que a cv. Hosui é caracterizada como uma planta de alto vigor (FAORO et al., 1999), enquanto a cv. Rocha é considerada de vigor médio (MUDREI et al., 2012).

Geralmente, em plantios de média e alta densidades, esperam-se valores inferiores para os parâmetros de crescimento vegetativo de cada planta individual, em função da redução do espaçamento de plantio, cuja explicação está relacionada à competição por água e por nutrientes do solo, e,



principalmente, por luz (POLICARPO et al., 2006).

Apesar da redução do crescimento individual das plantas, pode ocorrer maior aproveitamento espacial do terreno com o adensamento, com vantagens na fase produtiva do pomar (HERTER; PEREIRA, 2011). Isto foi também observado neste trabalho pelo maior VC e pela maior AFE no menor espaçamento, tendo sido verificado de forma mais contundente na cv. Hosui. No entanto, com o maior adensamento, também pode ocorrer maior autossombreamento, prejudicial para a fisiologia da planta, fato suportado pelo maior ICD e pelos menores teores de clorofila na cv. Rocha.

A adequada exposição à luz solar é fundamental para o crescimento de ramos e folhas, influenciando diretamente na floração e, conseqüentemente, na frutificação. Webster (2005) considera que, sob condições de baixa luminosidade, os ramos tendem a estiolar, resultando em ramos com entrenós maiores e folhas com menor conteúdo de clorofila, determinando a senescência das folhas e a paralisação do crescimento de ramos (TARTACHNYK; BLANKE, 2001).

Pasa et al. (2012) consideram que, em plantas com maiores índices de sombreamento interno, ocorrem redução da fotossíntese e, conseqüentemente, redução da assimilação de carbono, sendo que esta aumenta a competição entre drenos vegetativos e produtivos, e, assim, reduz a quantidade de fotoassimilados disponíveis para os frutos (MORANDI et al., 2011).

Buler e Mika (2009) verificaram em macieiras cv. Sampion, de 7 anos de idade, cultivadas no espaçamento de 1,8 x 4,0, no sistema de condução em líder central, que índice a partir de 53% de cobertura do solo pelo dossel da planta ocasionou iluminação insuficiente na parte interna da copa, situação crítica para o bom desenvolvimento vegetativo e produtivo da planta.

Em relação aos resultados das análises de clorofila a, b e total da cv. Rocha, verificou-se uma redução dos teores em função do adensamento de plantio. Machado (2011) obteve com a cv. Rocha teores de clorofila total inferiores aos do presente estudo, porém igualmente decrescentes em função dos espaçamentos, sendo que, para 0,5 e 0,3 m entre plantas, os teores foram de 39,1 e 38,0  $\mu\text{g cm}^2$ , respectivamente.

O autossombreamento, normalmente encontrado em densidades médias e altas de plantio, leva à redução da fotossíntese total da planta. As folhas sombreadas apresentam menor taxa fotossintética e, assim, contribuem menos ou negativamente para a produção da planta, comparativamente às folhas

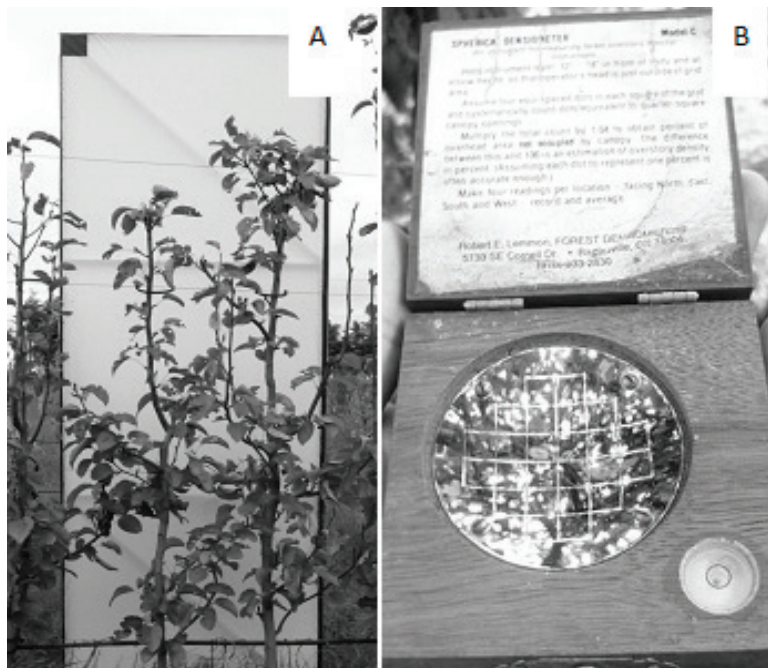
expostas ao sol. Por outro lado, o sombreamento pode provocar alterações luminosas no ambiente de cultivo que proporcionam ajustes do aparelho fotossintético das plantas, os quais resultam em maior eficiência na absorção e transferência de energia para os processos fotossintéticos (DE JESUS; MARENCO, 2008).

Resultados distintos entre as cultivares em relação ao adensamento de plantio podem estar diretamente relacionados à arquitetura da planta de cada cultivar. Pereiras da cv. Rocha tinham maior número de ramos por planta e ramos mais próximos entre si em relação à cv. Hosui, o que resultou em maior sombreamento com a redução dos espaços entre plantas. Considerando os resultados do estudo, pode-se inferir que, para as pereiras da cv. Hosui, admite-se a densidade de até 7.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ , o que resulta em maior valor de área foliar estimada e de volume de copa por superfície de cultivo, sem aumento significativo da cobertura do dossel e sem alterações nos teores de clorofila. No entanto, para as pereiras da cv. Rocha, verificaram-se fatores limitantes com o adensamento de plantio, o que pode resultar em prejuízos aos aspectos vegetativos, quando em densidade superior a 5.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ .

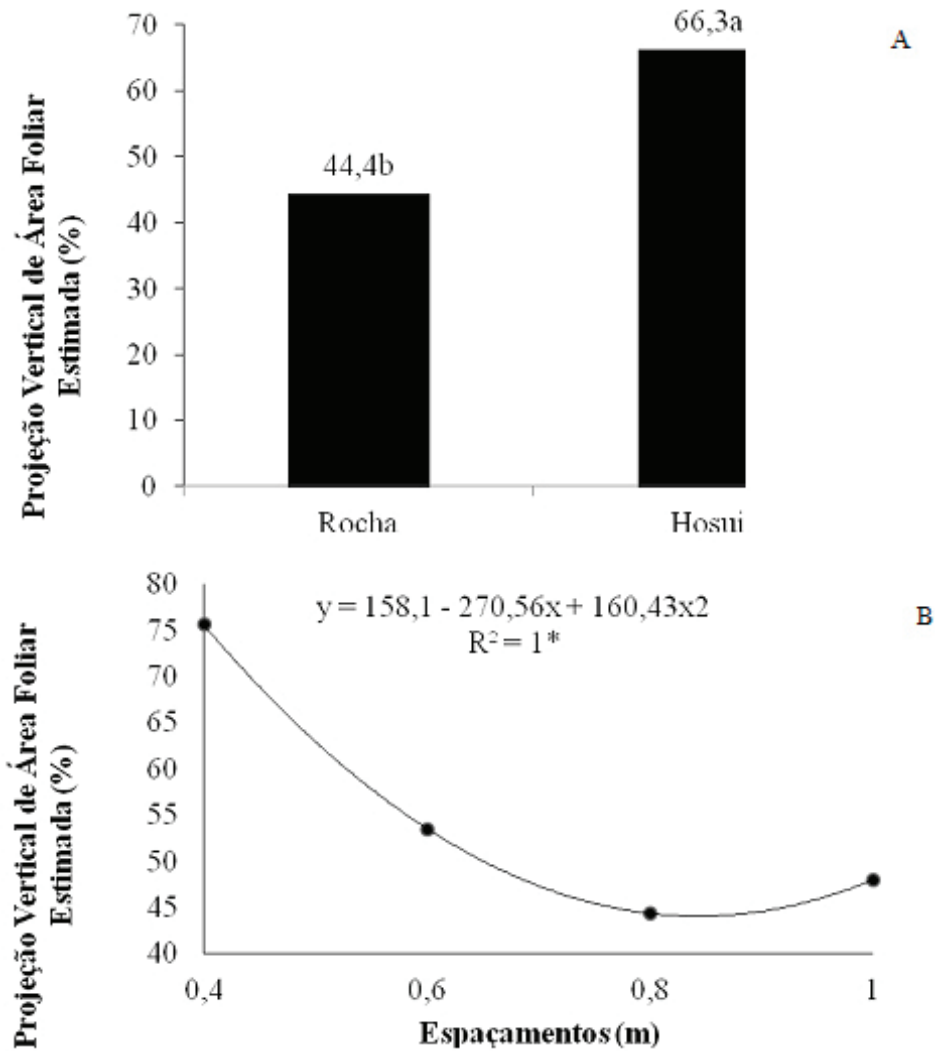
**TABELA 1-** Diâmetro do tronco (mm), diâmetro dos ramos (mm) e número de ramos em pereiras das cvs. Hosui e Rocha, plantadas sob diferentes espaçamentos em sistema orgânico de produção. (Guarapuava-PR, 2013).

Cultivar	Diâmetro de Tronco (mm)		Diâmetro dos ramos (mm)		Número de ramos	
	2012	2013	2012	2013	2012	2013
Rocha	30,94b	34,64a	12,02b	11,65b	17,31a	13,10a
Hosui	37,11a	41,77a	15,18a	17,45a	15,90a	8,79b
CV (%)	10,63	23,58	9,87	12,86	18,85	22,76

\*Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).



**FIGURA 1-** Estrutura utilizada para estimativa de projeção vertical de área foliar (A) e Densitômetro esférico côncavo utilizado para a determinação do índice de cobertura de dossel (B) (Guarapuava-PR, 2013).



**FIGURA 2-** Projeção vertical de área foliar estimada (%) em pereiras das cvs. Hosui e Rocha (A) e efeito do espaçamento de plantio (B) em sistema orgânico de produção (Guarapuava-PR, 2013).

\*As médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. \*\*Significativo a 1% de probabilidade.

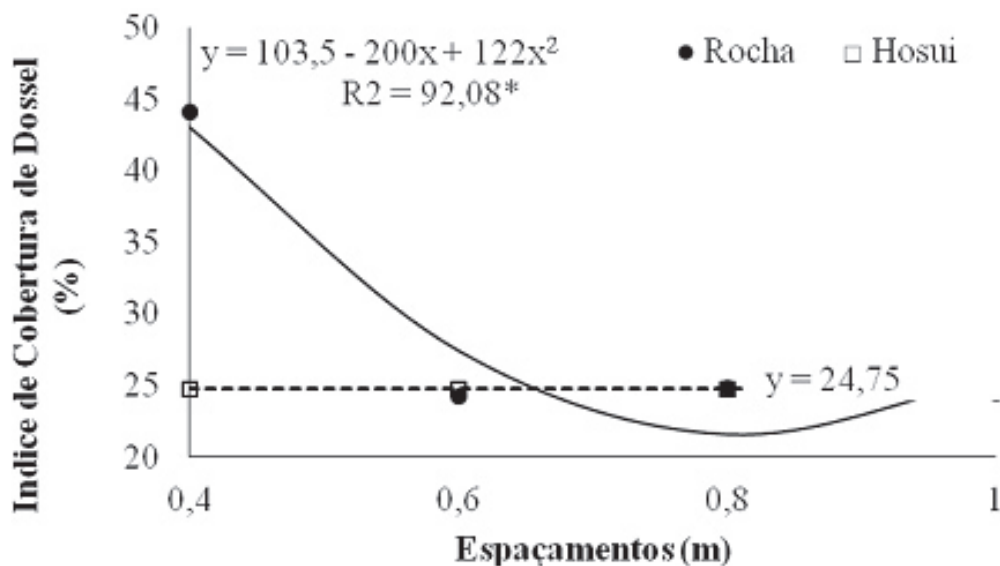


FIGURA 3- Índice de cobertura de dossel (%) das cvs. Rocha e Hosui sob diferentes espaçamentos em sistema orgânico de produção. (Guarapuava-PR, 2013).

\*Significativo a 5% de probabilidade

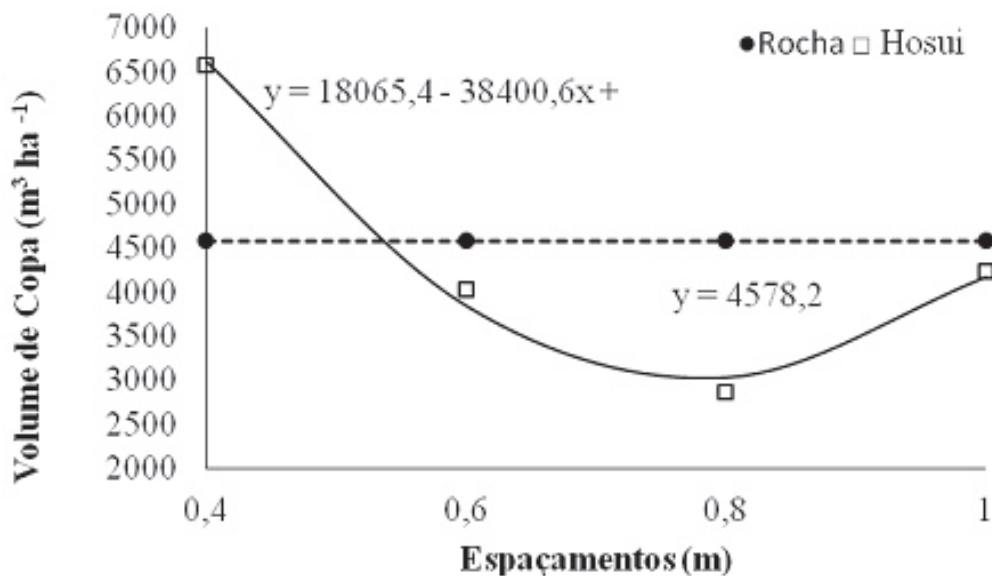
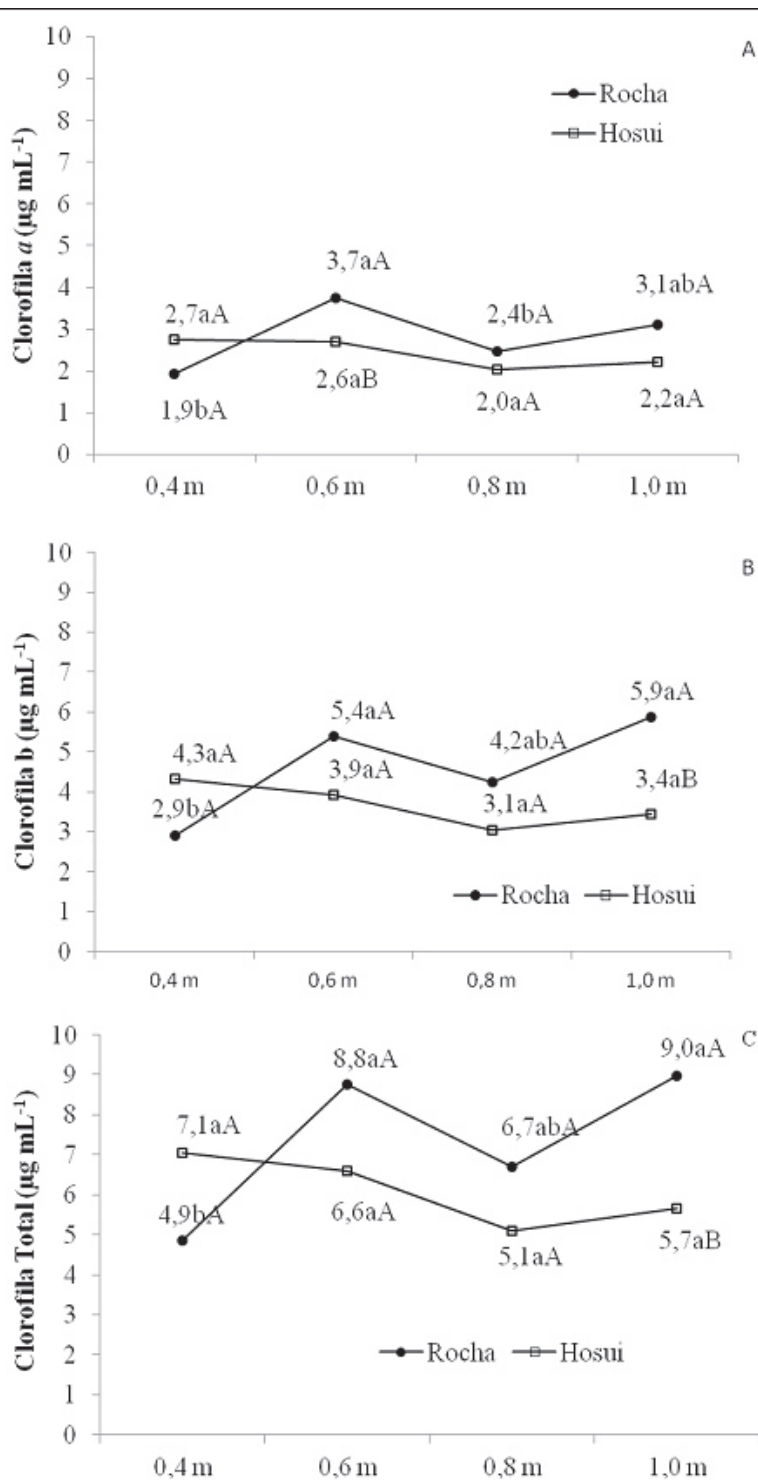


FIGURA 4 - Médias de volume de copa (m3 ha-1) em pereiras das cvs. Hosui e Rocha sob diferentes espaçamentos em sistema orgânico de produção. (Guarapuava-PR, 2013).

\*Significativo a 5% de probabilidade.





**FIGURA 5-** Teores de clorofila a (A), clorofila b (B) e clorofila total (C) em folhas de pereiras das cvs. Hosui e Rocha, plantadas sob diferentes espaçamentos em sistema orgânico de produção. (Guarapuava-PR, 2013).

\*Médias seguidas de letras iguais maiúsculas (comparando cultivares) e minúsculas (comparando espaçamentos) não diferem, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ) (CV (A) 56,35 % CV (B) 59,49 % CV (C) 54,15%).

## CONCLUSÃO

O maior adensamento de plantio favorece, do ponto de vista agrônomo, a cv. Hosui, resultando em maior projeção vertical da área foliar e em maior volume de copa por hectare, sem alterações do índice de cobertura do dossel e dos teores de clorofila.

A cv. Rocha é mais sensível que a cv. Hosui aos efeitos negativos do maior adensamento de plantio, por ocorrer redução dos teores de clorofila no menor espaçamento, assim como maiores índices de cobertura de dossel e maior número de ramos por planta, fatores correlacionados ao autossombreamento.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado.

## REFERÊNCIAS

- ABRÀMOFF, M. D.; MAGALHÃES, P. J.; RAM, S. J. Image processing with ImageJ. **Biophotonics International**, Pittsfield, v.11-7, p.36-42, 2004.
- ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, Rockville, v.24, n.1, p.1-15, 1949.
- BARBOSA, W. F.; SOUSA, E. P. Agricultura orgânica no Brasil: características e desafios. **Revista Economia & Tecnologia**, Curitiba, v.8, n.4, p. 67-74, 2013.
- BORRMANN, D.; JUNQUEIRA, R. D. M.; SINNECKER, P.; GOMES, M. S. D. O.; CASTRO, I. A.; MARQUEZ, U. M. L. Chemical and biochemical characterization of soybean produced under drought stress. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 29, n. 3, p. 676-681, 2009.
- BOTELHO, R. V.; SCHNEIDER, E.; MACHADO, D.; PIVA, R.; VERLINDO, A. Quince 'CPP': new dwarf rootstock for pear trees on organic and high density planting. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.34, n.2, p.589-596, 2012.
- BOTELHO, R. V.; MÜLLER, M. M. L.; BASSO, C.; SUZUKI, A. Estado nutricional de diferentes cultivares de pereira nas condições edafoclimáticas de Guarapuava - PR. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.3, p.84-891, 2010.
- BULER, Z.; MIKA, A. The influence of canopy architecture on light interception and distribution in 'Sampion' apple trees. **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research**, Poland, v.17, n.2, p.45-52, 2009.
- CQFS - Comissão de Química e Fertilidade do Solo-RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBCS-Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.
- DE JESUS, S. V.; MARENCO, R. A. O SPAD-502 como alternativa para a determinação dos teores de clorofila em espécies frutíferas. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 38, n. 4, p.815-818, 2008.
- DETONI, A. M.; CLEMENTE, E.; BRAGA, G. C.; HERZOG, F. M. Uva "Niágara rosada" cultivada no sistema orgânico e armazenada em diferentes temperaturas. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n.3, p.546-552, 2005.
- ELKINS, R. B.; KLONSKY, K.; DEMOURA, R.; DEJONG, T. M. Economic evaluation of high density versus standard orchard configurations; case study using performance data for golden russet® bosc pears. **Acta Horticulturae**, The Hague, v.800, p.739-746, 2008.
- EMBRAPA- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAAGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.
- FADINI, M. A. M.; LOUZADA, J. C. N. Impactos ambientais da agricultura convencional. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.213, p.24-29, 2001.
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

- FAORO, I. D. **Biologia reprodutiva da pereira-japonesa (*pyrus pyrifolia* var. *culta*) sob o efeito do genótipo e do ambiente**. 2009. 219. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC.
- FAORO, I. D.; BRIGHENTI, E.; PEREIRA, A. J. Pera. In: EPAGRI. **Avaliação de cultivares para o Estado de Santa Catarina 2006/2007**. Florianópolis: EPAGRI, 2006. 128p. (Boletim Técnico, 127).
- [5]FAORO, I. D.; NAKASU, B. H. Perspectiva da cultura da pereira-japonesa no Brasil. In: SEMINÁRIO SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 1., 2001, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: EPAGRI, 2001. p.53-61.
- FAORO, I. D.; HENTSCHKE, R.; SHIBA, S. Peras comerciais para as regiões mais frias de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.12, n.2, p.5-6, 1999.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, p.1.039-1.042, 2011.
- HAWERROTH, F. J.; PETRI, J. L.; LEITE, G. B. Cianamida hidrogenada, óleos mineral e vegetal na brotação de gemas e produção de macieiras ‘Royal Gala’. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n.4, p. 1.145-1.154, 2011.
- HAWERROTH, I. F. G.; HERTER, F. J.; FACHINELLO, J. C.; PETRI, J. L.; PREZOTTO, M. E.; HAAS, L. B.; PRETT, A. Aumento da produção de pereira-asiática pelo uso de fitorreguladores. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.10, p.1750-1754, 2011.
- IAPAR-INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas climáticas do Paraná**. Versão eletrônica, 2010. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>>. Acesso em: 18 set. 2013.
- IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 11 out. 2013.
- LEMMON, E. J. New foundations for Lewis modal systems. **Journal of Symbolic Logic**, Pasadena, p. 176-186, 1957. (1)
- MORANDI, B.; ZIBORDI, M.; LOSCIALE, P.; MANFRINI, L.; PIERPAOLI, E.; GRAPPADELLI, L. C. Shading decreases the growth rate of young apple fruit by reducing their phloem import. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.127, p.347-352, 2011.
- MUDREI, P. I.; MACHADO, B. D.; MARIO, A. E.; LIMA, A. P. F.; SILVEIRA, F. N.; KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L. Desempenho em campo de diferentes combinações de cultivares de pereira-europeia e Porta-enxertos de marmeleiro In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 10., 2012, São Joaquim. **Anais...** Florianópolis: EPAGRI, 2012. v.25, p131.
- MUSACCHI, S. Bibaum®: A new training system for pear orchards. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 800, p.763-768, 2008.
- PASA, M. S.; FACHINELLO, J. C.; SCHMITZ, J. D.; SOUZA, A. L. K.; FRANCESCHI, E. Desenvolvimento, produtividade e qualidade de peras sobre porta-enxertos de marmeleiro e pyrus calleryana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.34, n.3, p.873-880, 2012.
- PASA, M. da S.; FACHINELLO, J. C.; SCHMITZ, J. D.; SOUZA, A. L. K. de; HERTER, F. G. Hábito de frutificação e produção de pereiras sobre diferentes porta-enxertos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.9, p.998-1.005, 2011.
- PEREIRA, J. F. M.; HERTER, F. G. Tecnologias para o aumento da produtividade e regularidade de produção de pera na região Sul do Brasil. In: REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DA PEREIRA, 2., 2008. **Anais...** Lages: UDESC, 2011. p.39-44.
- PIVA, R.; BOTELHO, R. V.; ORTOLAN, C.; MÜLLER, M. M. L.; KAWAKAMI, J. Fertilization in organic vineyard cv. Isabel using wood ash and cattle manure. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.35, n.2, p.608-615, 2013.
- POLICARPO, M.; TALLUTO, G.; BIANCO R. L. Vegetative and productive responses of ‘Conference’ and ‘Williams’ pear trees planted at different in-row spacings. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.109, n.4, p.322-331, 2006.

- ROBINSON, T. L.; ANDERSEN, R. L.; HOYING, S. A. Performance of six high-density peach training systems in the northeastern United States. **Acta Horticulturae**, Leuven, v.713, p.311-320, 2006.
- SAKUMA, F.; KATAGIRI, S.; ORIMOTO, Y.; TAHIRA, K.; UMEYA, T.; SUZUKI, Y.; ISHITSUKA, Y. Factors which induce watercore in Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai. cv Hosui): effect of tree vigor on the occurrence of watercore. **Bulletin of Washigton : FAO**,1995.
- SAMPAIO, D. B.; ARAÚJO, A. S. F.; SANTOS, V. B. Avaliação de indicadores biológicos de qualidade do solo sob sistemas de cultivo convencional e orgânico de frutas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.2, p.353-359, 2008.
- SOUSA, C. A. F. de; CAVALCANTI, M. I. L. G.; VASCONCELOS, L. F. L.; SOUSA, H. U. de; RIBEIRO, V. Q.; SILVA, J. A. L. Tommy atkins mango tress subjected to high density planting in subhumid tropical climate in northeastern Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 1, p. 36-46, 2012.
- TARTACHNYK, I.; BLANKE, M.M. Environmental effects on apple tree physiology. **Acta Horticulturae**, Nelson, v.557, p.465-471, 2001.
- WEBSTER, A. D. Shoot growth. In: TROMP, J.; WEBSTER, A. D.; WERTHEIM, S. J. (Ed.). **Fundamentals of temperate zone tree fruit production**. Leiden, Backhuys Publishers, p.120-135, 2005.
- WERTHEIM, S. J. Pruning. In: TROMPIJ; WEBSTER, A. D.; WERTHEIM, S. J. (Ed.). **Fundamentals of temperate zone tree fruit production**. Leiden, Backhuys Publishers, p.176-189, 2005.
- WHEATON, T. A.; CASTLE, W. S.; TUCKER, D. P. H.; WHITNEY, J. D. Higher density plantings for Florida citrus-concepts. **Proceedings...** Gainesville: State Horticultura Society, 1978, v.91, p.27-33.