

Desenvolvimento e produção de frutas de morangueiro cultivar camarosa em substrato alternativo sob diferentes densidades de plantio**Fruit development and production of strawberry cultivar Camarosa in alternative substrate under different planting densities**

DOI:10.34117/bjdv5n9-150

Recebimento dos originais: 25/08/2019

Aceitação para publicação: 23/09/2019

Edenara De Marco

Mestra em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas
Instituição: Universidade Federal de Pelotas
Endereço: Campus Universitário, S/N, Capão do Leão – RS, Brasil
E-mail: edenarademarco@gmail.com

Milena Moreira Peres

Mestra em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas
Instituição: Universidade Federal de Pelotas
Endereço: Campus Universitário, S/N, Capão do Leão - RS, Brasil
E-mail: mmoreiraperes@gmail.com

Jessica Hoch Boelter

Engenheira Agrônoma
Instituição: Universidade Federal de Santa Maria
Endereço: Av. Roraima, 1000 - Camobi, Santa Maria – RS, Brasil
E-mail: je_boelter@hotmail.com

Ester Schiavon Matoso

Mestra em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas
Instituição: Universidade Federal de Pelotas
Endereço: Campus Universitário, S/N, Capão do Leão – RS, Brasil
E-mail: ester_schiavon@hotmail.com

Sergio Delmar dos Anjos e Silva

Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituição: Embrapa Clima Temperado
Endereço: Rodovia BR-392, Km 78, 9º Distrito, Monte Bonito, Pelotas – RS, Brasil
E-mail: sergio.anjos@embrapa.br

Mariana Teixeira da Silva

Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas
Instituição: Universidade Federal de Pelotas
Endereço: Campus Universitário, S/N, Capão do Leão, RS - Brasil
E-mail: marianats1@hotmail.com

RESUMO

A cultura do morangueiro é economicamente importante porque seus frutos são amplamente consumidos in natura, em formas não processadas e processadas, por uma variedade de indústrias. Atualmente o cultivo semi-hidropônico desta cultura vem ganhando espaço em relação ao cultivo no solo, o que torna importante a identificação através de estudos de diferentes sistemas, locais de cultivo, bem como, o uso de diferentes substratos. O objetivo deste estudo foi analisar a resposta agrônômica da cultivar de morangueiro Camarosa em sistema fora do solo com a utilização de substratos alternativos, em diferentes densidades. O experimento foi realizado em Pelotas - RS, na localidade de Monte Bonito (31°39'44''S, 52°27'29''O a 52,46 m de altitude). O delineamento experimental utilizado foi completamente casualizado em esquema de parcelas subdivididas, com três repetições. Nas parcelas principais alocaram-se três substratos compostos por casca de arroz carbonizada, composto orgânico e torta de tungue, e nas subparcelas, foram alocadas as densidades de plantio de 9, 10, 12, 16 e 20 plantas m⁻². Foram avaliados o crescimento vegetativo e a produção de frutas da cultivar Camarosa. Pode-se concluir que adição de composto orgânico e torta de tungue à casca de arroz carbonizada favorece o desenvolvimento das plantas, a produção e o tamanho de frutos de morangueiro no sistema semi-hidropônico adotado. A densidade de 20 plantas m⁻² confere maior produtividade para a cultivar Camarosa.

Palavras-chave: *Fragaria* x ananassa, espaçamento entre plantas, casca de arroz carbonizada, composto orgânico, torta de tungue

ABSTRACT

Strawberry culture is economically important because its fruits are widely consumed in natura, in unprocessed and processed forms, by a variety of industries. Currently the semi-hydroponic cultivation of this crop has been gaining space in relation to soil cultivation, which makes it important to identify, through studies, different systems, cultivation sites, as well as the use of different substrates. The objective of this study was to analyze the agronomic response of Camarosa strawberry cultivar in an out - of - soil system with the use of alternative substrates at different densities. The experiment was carried out in Pelotas-RS, in the locality of Monte Bonito (31°39'44"S, 52°27'29"W at 52.46 m altitude). The experimental design was completely randomized in a subdivided plots scheme, with three replications. In the main plots were allocated three substrates composed of carbonized rice hull, organic compost and tungue pie, and in the subplots, the planting densities of 9, 10, 12, 16 and 20 m⁻² plants were allocated. The vegetative growth and the fruit production of the Camarosa cultivar were evaluated. It can be concluded that the addition of organic compound and tungue pie to the carbonized rice hull favors the development of the plants, the production and size of strawberry fruits in the semi-hydroponic system adopted. The density of 20 plants m⁻² confers higher productivity for the cultivar Camarosa.

Keywords: *Fragaria* x ananassa, plant spacing, carbonized rice hull, organic compost, tung pie

1. INTRODUÇÃO

A cultura do morangueiro (*Fragaria x ananassa*) é de grande importância social e econômica, principalmente devido ao amplo consumo de seus frutos in natura, em formas não processadas e processadas, por uma variedade de indústrias (Xu et al., 2014). O morango é uma alternativa para os agricultores que precisam de rendimento satisfatório em pequenas áreas e também para os que querem diversificar sua propriedade, para terem maior segurança econômica e uso racional do trabalho (Ronque et al. 2013).

O cultivo semi-hidropônico de morangueiro vem ganhando espaço em relação ao cultivo no solo, pois, dentre os benefícios, facilita o manejo e os tratamentos da cultura, favorecendo fatores relacionados à produção e qualidade dos frutos (Gimenez et al., 2008), como boa aparência, sabor e durabilidade dos frutos (Šamec et al., 2016).

Neste sistema, o uso de substratos com características ideais para o desenvolvimento das plantas é essencial, o que torna importante a realização de estudos para identificar diferentes estruturas e substratos que possam ser utilizados na produção de morangos em sistema semi-hidropônico (Mendonça et al., 2012; Diel et al., 2017).

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi analisar o desempenho agrônomico da cultivar Camarosa em sistema semi-hidropônico, em três substratos à base de casca de arroz carbonizada, com a adição de materiais condicionantes (composto orgânico e torta de tungue) sob diferentes densidades de plantio.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em propriedade comercial (31°39'44''S, 52°27'29''O e 52,46 m de altitude) na localidade do 9º Distrito - Monte Bonito, BR 392, Km 80, Pelotas, RS. A condução do experimento foi no período de maio de 2015 a fevereiro de 2016, em estufa de modelo tipo capela (5,0 x 60,0 m), coberta com polietileno transparente.

As mudas da cultivar Camarosa, de dia curto, provenientes de viveiros da Serra Gaúcha, foram dispostas em bancadas de cultivo de 30 metros de comprimento, montadas com telhas de fibrocimento de dimensões 1,10 x 3,0 m, encaixadas uma na outra, com declividade de 15 cm para coleta da solução nutritiva drenada. As laterais das bancadas foram constituídas por tábuas de madeira na altura de 0,15 m. A base da telha foi nivelada com brita, coberta com filme plástico, e o substrato foi disposto até completar a altura de bancada de 15 cm. O plantio das mudas ocorreu em 29 de maio de 2015, na sequência, as bancadas foram cobertas com filme plástico tipo mulching com o lado branco exposto. Foram instaladas calhas nos pontos de menor cota das bancadas para a coleta da solução nutritiva excedente à capacidade máxima

de retenção dos substratos. A solução nutritiva excedente foi conduzida por canos até uma caixa d'água de polietileno, caracterizando assim, um sistema fechado sem recirculação.

O delineamento experimental utilizado foi completamente casualizado em esquema de parcelas subdivididas, com três repetições. Nas parcelas principais alocaram-se os três substratos (proporções em volume): 100% casca de arroz carbonizada (100CAC), 85% casca de arroz carbonizada (CAC) + 15% composto orgânico (CO) + aplicação de 14 kg m⁻³ de torta de tungue (TT) (85CAC+15CO+TT) e 70% casca de arroz carbonizada (CAC) + 30% composto orgânico (CO) + aplicação de 14 kg m⁻³ de torta de tungue (TT) (70CAC+30CO+TT). Nas subparcelas, foram alocadas as seguintes densidades de plantio: 9, 10, 12, 16 e 20 plantas m⁻², que corresponderam aos espaçamentos entre plantas de 40, 35, 30, 25, 20 cm e 25 cm entre linhas. A subparcela foi composta por 24 plantas e a área da parcela foi alterada conforme a densidade de plantio. Para o acompanhamento da produção e do crescimento vegetativo, a unidade experimental foi representada por uma planta.

As plantas receberam solução nutritiva completa, sem distinção entre os substratos, por sistema de gotejamento, de acordo com a formulação desenvolvida por Gonçalves et al. (2016). A frequência e duração da irrigação variou de acordo com os requisitos da cultura, a capacidade de drenagem dos substratos e à condição climática diária.

As colheitas foram realizadas entre 24/08/2015 e 28/01/2016, com a frequência de duas a três vezes semanais. As frutas foram colhidas quando 80% ou mais da sua superfície apresentasse coloração vermelha (Camargo et al., 2009), sendo, então, contadas e pesadas em balança digital.

Foram avaliadas a produção média por planta, produtividade e as perdas na produção. Para isso, todas as frutas com massa fresca inferior a cinco gramas, com deformações graves e/ou atacadas por pragas e doenças foram consideradas fora do padrão comercial. As plantas de morangueiro utilizadas como unidades representativas foram arrancadas no encerramento da colheita e fracionadas em coroa e folhas com a finalidade de avaliar o crescimento.

Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro Wilk; à homocedasticidade pelo teste de Hartley; e, à independência dos resíduos por análise gráfica. Posteriormente, foram submetidos à análise de variância através do teste F ($p \leq 0,05$). Constatando-se significância estatística, os efeitos dos substratos foram comparados pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$) e densidade de plantio pelos modelos de regressão ($p \leq 0,05$): $y = y_0 + ax$; $y = y_0 + ax + bx^2$; $y = y_0 + a/x + b/x^2$, onde y = variável resposta; y_0 = variável resposta correspondente ao ponto mínimo ou máximo da curva; a = valor máximo estimado para a

variável resposta; b = declividade da curva; x = densidade de plantio (plantas m^{-2}). A seleção do modelo foi baseada no baixo resíduo; baixo p -valor; e alto r^2 e r^2 adj.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As pressuposições do modelo matemático foram todas atendidas e não foi necessária a transformação de dados para todas as variáveis. A massa fresca da coroa ($F = 5,10$, $p = 0,0020$) e por planta ($F = 6,40$, $p = 0,0004$) demonstraram significância para a interação entre os fatores de tratamento testados.

Para massa fresca da coroa na densidade de 9 plantas m^{-2} o substrato CAC100 diferiu dos demais. Entretanto, com 10 plantas m^{-2} , esse substrato apresentou a menor média, caracterizando diferença em relação ao CAC80CO15TT5. Com 16 plantas m^{-2} o substrato CAC80CO15TT5 superou o substrato CAC100 e o CAC65CO30TT5. Nas densidades de 12 e 20 plantas m^{-2} não foram verificadas diferenças entre os substratos (Tabela 1). Os dados de massa fresca da coroa ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão linear para o substrato CAC100 ($F = 25,5308$, $p = 0,0150$), para os demais substratos não foi possível ajustar modelos de regressão (Figura 1A). Observaram-se decréscimos nos valores de massa fresca da coroa na presença do substrato CAC100 de 28,7; 18,1; 46,2; e, 78,9% para 10, 12, 16 e 20 plantas m^{-2} respectivamente, quando foram comparadas a 9 plantas m^{-2} . No substrato CAC80CO15TT5 houve acréscimos de 250,6; 66,2; 222,0 e 23,8% na massa fresca da coroa comparando a densidade de 9 plantas m^{-2} com 10, 12, 16 e 20 plantas m^{-2} , respectivamente. Já, no substrato CAC65CO30TT5, observou-se acréscimos em comparação com a densidade de 9 plantas m^{-2} de 84,1; 106,3; 65,1 e 88,7% respectivamente para as densidades de 10, 12, 16 e 20 plantas m^{-2} .

Tabela 1. Massa fresca da coroa (g) e matéria fresca de frutos (g planta⁻¹) de plantas de morangueiro da cultivar Camarosa cultivada em sistema fora do solo, em função dos substratos 100% casca de arroz carbonizada (CAC100), 80% casca de arroz carbonizada (CAC) + 15% composto orgânico (CO) + 5% torta de tungue (TT) (CAC80CO15TT5) e 65% casca de arroz carbonizada (CAC) + 30% composto orgânico (CO) + 5% torta de tungue (TT) (CAC65CO30TT5) sob diferentes densidades de plantio. UFPel, Embrapa Clima Temperado, 2015/16

Substrato	Densidade de plantio (plantas m ⁻²)				
	9	10	12	16	20
	Massa fresca da coroa (g planta ⁻¹)				
CAC100	19,56±0,86 a ^{1/}	13,94±3,78 b	16,03±3,12 A	10,53±2,82 b	4,13±0,56 a
CAC80CO15TT5	8,81±2,44 b	30,90±2,93 a	14,64±1,41 A	28,37±3,40 a	10,97±2,44 a
CAC65CO30TT5	8,46±0,17 b	15,56±3,73 ab	17,43±2,91 A	13,95±2,40 b	15,95±7,74 a
	Massa fresca de frutos (g planta ⁻¹)				
CAC100	327,00±19,50 b	365,33±39,4 b	298,50±74,5 a	243,33±39,3 b	299,67±32,4 ab
CAC80CO15TT5	574,50±116,5 ab	791,50±67,5 a	413,50±4,50 a	371,00±44,0 ab	375,00±10,0 a
CAC65CO30TT5	754,00±103,0 a	472,50±30,5 b	314,50±64,5 a	518,00±17,0 a	229,50±29,5 b
Substrato	Densidade de plantio (plantas m ⁻²)				
	9	10	12	16	20
	Massa fresca da coroa (g planta ⁻¹)				
CAC100	19,56±0,86 a ^{1/}	13,94±3,78 b	16,03±3,12 A	10,53±2,82 b	4,13±0,56 a
CAC80CO15TT5	8,81±2,44 b	30,90±2,93 a	14,64±1,41 A	28,37±3,40 a	10,97±2,44 a
CAC65CO30TT5	8,46±0,17 b	15,56±3,73 ab	17,43±2,91 A	13,95±2,40 b	15,95±7,74 a
	Massa fresca de frutos (g planta ⁻¹)				
CAC100	327,00±19,50 b	365,33±39,4 b	298,50±74,5 a	243,33±39,3 b	299,67±32,4 ab
CAC80CO15TT5	574,50±116,5 ab	791,50±67,5 a	413,50±4,50 a	371,00±44,0 ab	375,00±10,0 a
CAC65CO30TT5	754,00±103,0 a	472,50±30,5 b	314,50±64,5 a	518,00±17,0 a	229,50±29,5 b

^{1/} Médias (± erro padrão) acompanhadas por mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$) comparando os substratos em cada densidade.

Para a massa fresca de frutos na densidade de 9 plantas m⁻² o substrato CAC65CO30TT5 não apresentou diferença em relação ao CAC80CO15TT5. Enquanto que com 10 plantas m⁻² o substrato CAC80CO15TT5 caracterizou a maior massa fresca de frutos e os outros dois substratos não diferiram entre si. Nas densidades de 12 plantas m⁻² não houve diferença entre os substratos. Para a densidade de 16 plantas m⁻² o substrato CAC65CO30TT5 proporcionou a maior massa fresca de frutos e o substrato CAC80CO15TT5 não diferiu dos demais substratos. E, na densidade de 20 plantas m⁻² o substrato CAC80CO15TT5 apresentou maior massa fresca de frutos, enquanto que o substrato CAC100 não diferiu dos demais (Tabela 1). Os dados de massa fresca de fruto por planta tiveram ajuste ao modelo de regressão linear para os substratos CAC80CO15TT5 ($F = 6,4050$, $p = 0,0352$) e CAC65CO30TT5 ($F = 5,6936$, $p = 0,0441$), com $y = 884,91 - 28,34x$ ($r^2 = 0,44$) e $y = 860,81 - 30,08x$ ($r^2 = 0,41$), respectivamente. O substrato CAC100 não se ajustou a nenhum modelo de regressão.

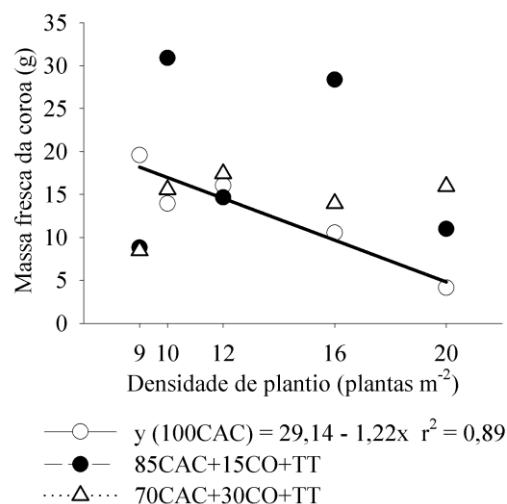


Figura 1.

Massa fresca da coroa (g planta^{-1}) de plantas de morangueiro da cultivar Camarosa cultivada em sistema fora do solo, em função dos substratos 100% casca de arroz carbonizada (CAC100), 80% casca de arroz carbonizada (CAC) + 15% composto orgânico (CO) + 5% torta de tungue (TT) (CAC80CO15TT5) e 65% casca de arroz carbonizada (CAC) + 30% composto orgânico (CO) + 5% torta de tungue (TT) (CAC65CO30TT5) sob diferentes densidades de plantio. UFPel, Embrapa Clima Temperado, 2015/16

Para a variável massa fresca da fração vegetativa (F.V.) não ocorreu significância para o efeito de substrato ($F = 2,46$, $p = 0,1151$), densidade ($F = 0,60$, $p = 0,6671$) e nem para a interação entre os fatores de tratamento ($F = 2,11$, $p = 0,0929$). Também, para o índice de colheita não ocorreu significância para o efeito de substrato ($F = 1,04$, $p = 0,3684$), densidade ($F = 0,61$, $p = 0,6614$) e nem para a interação entre os fatores de tratamento ($F = 1,38$, $p = 0,2475$) (Tabela 2).

Tabela 2. Variáveis fitotécnicas de plantas de morangueiro da cultivar Camarosa em sistema fora do solo, em função dos substratos 100% casca de arroz carbonizada (CAC100), 80% casca de arroz carbonizada (CAC) + 15% composto orgânico (CO) + 5% torta de tungue (TT) (CAC80CO15TT5) e 65% casca de arroz carbonizada (CAC) + 30% composto orgânico (CO) + 5% torta de tungue (TT) (CAC65CO30TT5). Embrapa Clima Temperado, UFPel, Embrapa Clima Temperado, 2015/16

Variáveis fitotécnicas	Substrato		
	CAC100	CAC80CO15TT 5	CAC65CO30TT 5
Massa fresca das folhas (g planta ⁻¹)	53,78±5,87 b ^{1/}	71,90±7,50 a	61,61±5,64 ab
Massa fresca da F.V. (g planta ⁻¹) ^{NS}	64,67±6,30	82,14±6,45	75,52±5,67
Massa fresca total (F.V. + frutos) (g planta ⁻¹) ^{1/}	473,92±22,98 b	506,33±22,78 ab	544,20±19,87 a
Massa fresca média de fruto (g fruto ⁻¹)	9,57±0,19 b	10,53±0,15 a	10,51±0,22 a
Produção (g planta ⁻¹)	398,16±18,20 b	426,76±16,92 ab	467,01±19,02 a
Produtividade (t ha ⁻¹)	49,99±2,40 b	53,44±2,20 ab	58,52±3,68 a
IC ^{NS}	0,85±0,02	0,82±0,01	0,86±0,01
Perdas (t ha ⁻¹)	4,98±0,50 b	7,56±0,46 a	7,11±0,76 a

1/ Médias (\pm erro padrão) acompanhadas por mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$). NS: não significância pelo teste F ($p \leq 0,05$) da análise de variância.

Para massa fresca das folhas ocorreu efeito principal de substrato ($F = 3,80$, $p = 0,0383$) e densidade ($F = 4,00$, $p = 0,0138$), o substrato CAC80CO15TT5 apresentou valor superior, o substrato CAC65CO30TT5 não diferiu dos demais substratos, e o substrato CAC100 apresentou menor valor (Tabela 2). Quando comparado o valor de massa fresca das folhas entre as densidades não foi possível ajustar modelo de regressão, mas o maior valor foi encontrado para a densidade de 10 plantas m^{-2} com um acréscimo de 34,8% quando comparada a densidade de 9 plantas m^{-2} e decréscimos de 16,9; 6,4 e 13,6% para as densidades de 12, 16 e 20 plantas m^{-2} , respectivamente (Figura 2A).

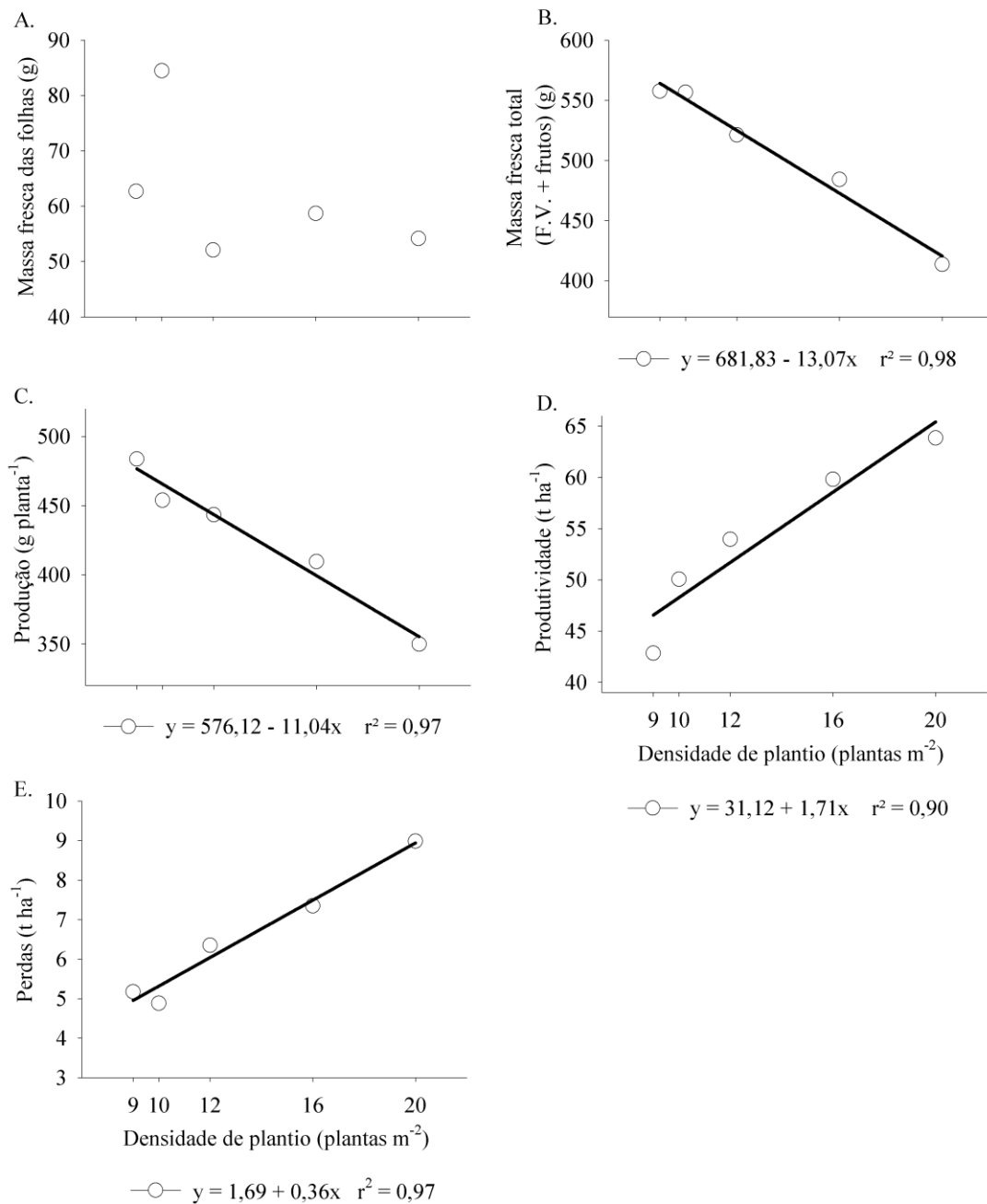


Figura 2.

Massa fresca das folhas (g planta⁻¹) (A), massa fresca total (F.V. + frutos) (g planta⁻¹) (B), produção (g planta⁻¹) (C), produtividade (t ha⁻¹) (D) e perdas (t ha⁻¹) (E) de plantas de morangueiro da cultivar Camarosaem sistema fora do solo, em função de diferentes densidades. Embrapa Clima Temperado, UFPel, Embrapa Clima Temperado, 2015/16

Para massa fresca total (fração vegetativa + frutos) ocorreu efeito principal de substrato ($F = 4,26$, $p = 0,0262$) e densidade ($F = 6,86$, $p = 0,0008$), o substrato CAC80CO15TT5 apresentou

valor superior, o substrato CAC65CO30TT5 não diferiu dos demais substratos, e o substrato CAC100 apresentou o menor valor para massa fresca total (F.V. + frutos) (Tabela 2). Os dados ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão linear ($F = 161,0547$, $p = 0,0011$) e a densidade de 9 plantas m^{-2} apresentou maior valor de 557,7 g, houve decréscimo de 0,18; 6,5; 13,2 e 25,8% para as densidades de 9, 10, 12, 16 e 20 plantas m^{-2} respectivamente (Figura 2B).

Para produção ocorreu efeito principal de substrato ($F = 4,66$, $p = 0,0183$) e densidade ($F = 6,51$, $p = 0,0008$). A produção foi maior para o substrato CAC65CO30TT5, o substrato CAC80CO15TT5 não diferiu dos demais e o substrato CAC100 apresentou menor valor (Tabela 2). Os dados ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão linear ($F = 95,3234$, $p = 0,0023$) e a densidade de 9 plantas m^{-2} apresentou o valor de 483,8 gramas por planta, maior valor em relação as demais densidades, as quais obtiveram decréscimo de 6,1; 8,3; 15,3 e 27,6% para 10, 12, 16 e 20 plantas m^{-2} respectivamente (Figura 2C).

A massa fresca média de fruto apresentou somente efeito principal de substrato ($F = 9,06$, $p = 0,0009$) e verificou-se maiores valores para os substratos que continham composto orgânico e torta de tungue em sua composição eles não diferiram entre si (Tabela 2), obteve-se a média de 10,53 g fruto $^{-1}$ para o substrato CAC80CO15TT5 e 10,51 g fruto $^{-1}$ para o CAC65CO30TT5.

Para produtividade ocorreu efeito principal de substrato ($F = 4,43$, $p = 0,0209$) e densidade ($F = 8,50$, $p = 0,0001$). A produtividade, assim como a produção, foi maior para o substrato CAC65CO30TT5, o substrato CAC80CO15TT5 não diferiu dos demais e o substrato CAC100 apresentou menor valor (Tabela 2). Os dados ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão linear ($F = 28,0937$, $p = 0,0131$) e para a densidade de 20 plantas m^{-2} apresentou maior produtividade, com um acréscimo de 49% em relação a densidade de 9 plantas m^{-2} , para as demais houve acréscimos de 16,8; 25,9; e 39,7% para 10, 12 e 16 plantas m^{-2} , respectivamente (Figura 2D).

Para perdas ocorreu efeito principal de substrato ($F = 11,46$, $p = 0,0002$) e densidade ($F = 9,00$, $p < 0,0001$) e os maiores valores foram encontrados nos substratos CAC65CO30TT5 e CAC80CO15TT5, os quais não diferiram entre si, já o substrato CAC100 apresentou menor valor de perdas (Tabela 2). Os dados ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão linear ($F = 93,0199$, $p = 0,0024$) e as maiores perdas foram encontradas na densidade de 20 plantas m^{-2} , com 74,5% a mais que as perdas encontradas na densidade de 9 plantas m^{-2} . Quando comparadas às perdas na densidade de 9 plantas m^{-2} , houve uma diminuição de 3,9% para a 10 plantas m^{-2} e um acréscimo de 23,5 e 43, 1% para as densidades de 12 e 16 plantas m^{-2} respectivamente (Figura 2E).

No Sul do Brasil, Camarosa é a cultivar de dia curto mais utilizada, destacando-se por plantas vigorosas, com alta capacidade de produção, apresentando frutas grandes e uniformes, de coloração vermelha-escura e com polpa firme sendo indicada tanto para consumo in natura quanto para industrialização (Oliveira & Scivittaro, 2011). A mesma cultivar apresentou bom desempenho, com 730,4 g planta⁻¹, sob o sistema de calhas com substrato testado por Miranda et al. (2014). Oliveira et al. (2015) em cultivo de Camarosa em túnel baixo, na região de Pelotas - RS, obtiveram rendimento de 1.156 g planta⁻¹, o que destaca a adaptabilidade da cultivar nesta região. Por outro lado, cultivada em substrato, no município de Passo Fundo - RS, com espaçamento de 30 cm entre plantas e linhas, Cecatto et al. (2013) obtiveram uma produção de 322 g planta⁻¹.

Um fator importante que pode interferir no desenvolvimento e na produção das plantas de morangueiro em sistema fora do solo é a restrição na disponibilidade hídrica, que é diretamente influenciada pelo substrato utilizado, podendo causar retardo no crescimento inicial da planta e atraso na frutificação, gerando uma menor produção (Zorzeto et al., 2016). A capacidade de retenção de água em substrato orgânico é 2,3 vezes superior à areia, o que influencia a frequência de fertirrigações (Godoi et al., 2009), por exemplo, Zorzeto et al. (2016) observaram que no cultivo de morangueiro em substrato com casca de arroz pura, mesmo com irrigação mais frequente, não foi suficiente para aumentar produtividade. Isto justifica os resultados de produtividade e produção obtidos para o cultivo de morangueiro no substrato CAC100 em comparação aos outros dois substratos acrescidos de CO e TT.

A análise de regressão na Figura 2C revela que quanto maior a densidade, menor a produção por planta. Os dados encontrados na literatura indicam que o aumento da densidade de plantio geralmente, reduz a expansão foliar, diminuindo a produção de matéria seca total da planta e dos frutos, reduzindo o número de frutos colhidos e a produtividade individual das plantas, principalmente em cultivares de morangueiro de alto vigor e crescimento vegetativo avantajado (Strassburger et al., 2010).

Segundo Portela et al. (2012), os valores mais elevados de produtividade foram encontrados na maior densidade testada, de 15,0 plantas m⁻², com aumento de 62,2% em relação à menor densidade, de 9,3 plantas m⁻², além de ter melhorado características químicas relacionadas à qualidade organoléptica das frutas. Do mesmo modo, no presente trabalho, observou-se uma resposta linear da produtividade por unidade de área em relação ao incremento da densidade de plantio (Figura 2E).

O tamanho da fruta é uma característica muito importante, como destacado por Camargo et al. (2010), pois resulta em ganhos econômicos para o produtor. Em trabalho realizado com a cultivar Camarosa, Carvalho et al. (2013) encontraram valores de massa média dos frutos de 14,69 g fruta⁻¹ em 2011 e 13,6 g fruta⁻¹ em 2012, valores acima dos encontrados no presente estudo, onde o maior valor foi de 10,53 g fruta⁻¹, a baixa massa média dos frutos pode ser justificada pela má polinização, que é verificado também pela alta produção de frutos deformados. Esse resultado corrobora com os dados de Ameri et al. (2012), que também constataram maior percentual de frutas deformadas (36,97%) em substratos que receberam mais vermicomposto na composição.

Apesar das perdas, a produtividade total (t ha⁻¹) (Tabela 2) confirma o melhor rendimento na densidade de 20 plantas m⁻², seguida da densidade de 16 plantas m⁻². As perdas nas maiores densidades ocorreram principalmente, devido a maior ocorrência de doenças como a podridão cinzenta, causada pelo fungo patogênico *Botrytis cinerea*, favorecida pela menor circulação de ar entre as plantas.

Os índices de colheita (IC) encontrados para os substratos utilizados, variaram de 0,82 a 0,86. O IC representa a eficiência de conversão de produtos sintetizados em material de importância econômica, para Portela et al. (2012) o IC para ‘Camarosa’ em sistema fora do solo atingiu o valor médio de 0,71.

4. CONCLUSÕES

Pode-se concluir que a adição de composto orgânico e torta de tungue à casca de arroz carbonizada favorece o desenvolvimento das plantas, a produção e o tamanho de frutos de morangueiro da cultivar Camarosa no sistema semi-hidropônico adotado.

A densidade de 20 plantas m⁻² confere maior produtividade para a cultivar Camarosa nas condições do presente trabalho.

AGRADECIMENTOS

À CAPES e à Embrapa Clima Temperado pelo apoio financeiro e infraestrutura.

REFERÊNCIAS

AMERI, A.; TEHRANIFAR, A.; DAVARYNEJAD, G. H.; SHOOR, M. The effects of substrate and cultivar in quality of strawberry. Journal of Biological & Environmental

Sciences, v. 17, n. 6, p. 181-188, 2012. <https://profdoc.um.ac.ir/articles/a/1029051.pdf>. 24 Jun. 2019.

CAMARGO, L. K. P., DE RESENDE, J. T. V., GALVÃO, A. G., BAIER, J. E., FARIA, M. V., & CAMARGO, C. K. Chemical characterization of strawberry fruits in the organic and conventional cropping systems in pots. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 30, p. 993-998, 2009. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2009v30n4Sup1p993>.

CAMARGO, L. K. P., DE RESENDE, J. T. V., GALVÃO, A. G., CAMARGO, C. K., & BAIER, J. E. Performance and average mass of strawberry fruit obtained from different cropping systems. *Ambiência*, v. 6, n. 2, p. 281-288, 2010. <https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/547/1034>. 24 Jun. 2019.

CARVALHO, S. F. D.; FERREIRA, L. V.; PICOLOTTO, L.; ANTUNES, L. E. C.; CANTILLANO, R. F. F.; AMARAL, P. A.; WEBER, D.; MALGARIM, M. B. Comportamento e qualidade de cultivares de morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) na região de Pelotas - RS. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosechav*, v.14, n. 2, p. 176-180. 2013. <https://www.redalyc.org/html/813/81329290011/>. 17 Jun. 2019.

CECATTO, A. P., CALVETE, E. O., NIENOW, A. A., COSTA, R. C. D., MENDONÇA, H. F. C., & PAZZINATO, A. C. Culture systems in the production and quality of strawberry cultivars. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 35, n. 4, p. 471-478, 2013. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v35i4.16552>.

DIEL, M. I.; PINHEIRO, M. V. M.; COCCO, C.; FONTANA, D. C.; CARON, B. O.; DE PAULA, G. M.; PRETTO, M. M.; THIESEN, L. A.; SCHMIDT, D. Phyllochron and phenology of strawberry cultivars from different origins cultivated in organic substrates. *Scientia horticultrae*, v. 220, p. 226-232, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1413-70542018423003518>.

GIMENEZ, G.; ANDRIOLO, J.; GOTO, R. Cultivo sem solo do morangueiro. *Ciência Rural*, v. 38, n. 1, p. 273-279, 2008. <https://www.redalyc.org/html/331/33138148/>. 15 Jun. 2019.

GODOI, R. S., ANDRIOLO, J. L., FRANQUÉZ, G. G., JÄNISCH, D. I., CARDOSO, F. L. E. VAZ, M. A. B. Produção e qualidade do morangueiro em sistemas fechados de cultivo sem solo com emprego de substratos. *Ciência Rural*, v. 39, p. 1039-1044, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009005000054>.

GONÇALVES, M. A. VIGNOLO, G. K.; ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C. Produção de morango fora do solo. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2016. 32p.

MENDONÇA, H. F. C., CALVETE, E. O., NIENOW, A. A., COSTA, R. C., ZERBIELLI, L., BONAFÉ, M. Phyllochron estimation in intercropped strawberry and monocrop systems in a protected environment. *Rev. Bras. Frutic.* v. 34, p. 15–23, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452012000100005>.

MIRANDA, F. R. D., SILVA, V. B. D., SANTOS, F. S. R. D., ROSSETTI, A. G., & SILVA, C. D. F. B. D. Production of strawberry cultivars in closed hydroponic systems and coconut fibre substrate. *Revista Ciência Agronômica*, v. 45, n. 4, p. 833-841, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902014000400022>.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B.; DA ROCHA, P. S. G. Produção de cultivares de morango, utilizando túnel baixo em Pelotas. *Ceres*, v. 58, n. 5, 2015. <http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/3674>. 17 Jun. 2019.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. Desempenho produtivo de cultivares de morangueiro. *Scientia Agraria*, v. 12, n. 2, 2011. <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v12i2.33718>.

PORTELA, I. P.; PEIL, R. M. N.; RODRIGUES, S.; CARINI, F. Densidade de plantio, crescimento, produtividade e qualidade das frutas de morangueiro ‘Camino Real’ em hidroponia. *Revista Brasileira de Fruticultura*. v.34, n.3, p. 792-798, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452012000300019>.

RONQUE, E. R. V.; VENTURA, M. U.; JUNIOR, D. S.; MACEDO, R. B.; CAMPOS, B. R. S. Viabilidade da cultura do morangueiro no Paraná - BR. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 35, n. 4, p.1032-1041, 2013. <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v35n4/a14v35n4.pdf>. 24 Jun. 2019.

ŠAMEC, D., MARETIĆ, M., LUGARIĆ, I., MEŠIĆ, A., SALOPEK-SONDI, B., & DURALIJA, B. Assessment of the differences in the physical, chemical and phytochemical properties of four strawberry cultivars using principal component analysis. *Food Chemistry*, v. 194, p. 828-834, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.08.095>.

STRASSBURGER, A. S.; PEIL, R. M. N.; SCHWENGBER, J. E.; MEDEIROS, C. A. B.; MARTINS, D. S.; SILVA, J. B. Crescimento e produtividade de cultivares de morangueiro de “dia neutro” em diferentes densidades de plantio em sistema de cultivo orgânico. *Bragantia*, v. 69, n. 3, p. 623-630, 2010. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90816059014>. 10 Jun. 2019.

XU, F.; SHI, L.; CHEN, W.; CAO, S.; SU, X.; & YANG, Z. Effect of blue light treatment on fruit quality, antioxidant enzymes and radical-scavenging activity in strawberry fruit. *Scientia Horticulturae*, v. 175, p. 181-186, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.06.012>.

ZORZETO, T. Q.; JÚNIOR, F. F.; DECHEN, S. C. F. Substratos de fibra de coco granulada e casca de arroz para a produção do morangueiro 'Oso Grande'. *Bragantia*, v. 75, n. 2, p. 222-229, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.325>.