

**EFEITOS DA DENSIDADE DE PLANTAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DO
BRÓCOLO PARA INDÚSTRIA, VARIEDADE “PARTHENON” (*Brassica
oleracea L. var. italica Plenck*)**
**Effects of plant density in processing broccoli variety “PARTHENON”
(*Brassica oleracea L. var. italica Plenck*)**

Artur Amaral

Escola Superior Agrária de Santarém, Unidade de Investigação do Instituto Politécnico de Santarém, Centro de Investigação em Qualidade de Vida, Instituto Politécnico de Santarém Portugal

artur.amaral@esa.ipsantarem.pt

Patrícia Baldonado

Escola Superior Agrária de Santarém, Instituto Politécnico de Santarém, Portugal

patriciabaldonado@hotmail.com

RESUMO

A densidade de plantação é um fator que condiciona o desenvolvimento, o diâmetro comercial da inflorescência e, deste modo, a produtividade da couve-brócolo. Com o objetivo de avaliar o efeito da densidade de plantação do brócolo de primavera, variedade “Parthenon”, foi instalado no Vale do Tejo, Cartaxo, um ensaio de campo em condições normais de cultivo. Avaliou-se o efeito de três densidades de plantação: D1-2,67 plantas/m² (0,50mx0,40m); D2-3,3 plantas/m² (0,40mx0,40m); D3-4,44 plantas/m² (0,30mx0,40m). O ensaio foi instalado num esquema de parcelas totalmente aleatórias, com 4 repetições por tratamento. No final do ciclo cultural estimou-se a produtividade, o peso e o diâmetro médio das cabeças por planta.

A produtividade média estimada foi mais elevada em D1 e D2. Os tratamentos influenciaram o diâmetro e o peso médio das inflorescências, sendo mais elevado em D1 e D2. A densidade de plantação pode ser usada para controlar a dimensão média das inflorescências do brócolo de primavera, para indústria.

Palavras-chave: *Brassica oleracea L. var. italica Plenck*, densidade de plantação, desenvolvimento, diâmetro comercial das inflorescências, produtividade.

ABSTRACT

The planting density is a factor that affect the development, commercial inflorescence diameter and the yield of the processing broccoli. It has conducted in Cartaxo an experimental field, under normal growing conditions, to evaluate the effect of plant density in the spring broccoli, variety “Parthenon”. Three planting densities were evaluated: D1-2,67 plants/m² (0,50mx0,40m); D2-3,3 plants/m² (0,40mx0,40m); D3-4,44 plants/m² (0,30 x 0,40 m). The experimental field was installed in totally random plots with 4 replicates per treatment. The yield and the average diameter of heads per plant were estimated at the end of crop cycle.

The estimated average yield was higher in D1 and D2. The treatments affected the diameter and the average weight of inflorescences, being higher in D1 and D2. The planting density can be used to control the average size of the spring processing broccoli.

Keywords: *Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck, plant density, development, commercial inflorescence diameter, yield.

1. INTRODUÇÃO

A cultura de brócolo para indústria contribui para a diversidade cultural dos sistemas de produção do Vale do Tejo. Na região, esta cultura é instalada em duas épocas de plantação: no final do verão ou início do outono (brócolo de outono) e no início da primavera (brócolo de primavera).

A densidade de plantação é um dos fatores com maior influência no diâmetro e peso médio das cabeças de brócolo (Cordero, et al., 2010; Schellenberg et al., 2009; Kelley, 2007; Francescangeli et al., 2006). Este efeito poderá ser utilizado pelos produtores para ajustar a qualidade do produto final às exigências do mercado, especialmente quando o brócolo se destina à indústria de transformação. O diâmetro e o peso médio das cabeças são os principais parâmetros de qualidade e de produção no brócolo, determinando o rendimento da cultura por unidade de área. Para otimizar a produção, um dos primeiros pontos a considerar é o espaçamento entre plantas. Uma maneira de tentar aumentar a produtividade de uma cultura é plantar um maior número de plantas por unidade de área. Contudo, o aumento de produtividade por esse método tem limites, pois com o aumento da densidade da população cresce a competição entre as plantas e o desenvolvimento individual é prejudicado, podendo, inclusive, ocorrer quebras no rendimento e/ou na qualidade.

Francescangeli et al., (2006) instalaram um ensaio em vasos com a variedade "Legacy" com o objetivo de avaliar o efeito da densidade de plantas na interceção da radiação fotossinteticamente ativa (PAR) e na área foliar, entre outros parâmetros. Estes autores observaram que até aos 70 dias após plantação (DAP), não se registaram efeitos nos períodos de desenvolvimento vegetativo e reprodução da cultura, bem como no número total de folhas por planta em diferentes densidades (2, 4, 6 ou 8 plantas m²). Foi observado também que o aumento e evolução da área foliar seria independente da densidade de plantação até aos 70 DAP e que a partir daí a área foliar das plantas aumentaria linearmente com o aumento da densidade. O aumento da densidade de plantação influenciou o porte das folhas superiores, tornando-as mais eretas e, desta forma, com maior capacidade de interceção da radiação.

Com este ensaio pretendeu-se avaliar o efeito da densidade de plantação no rendimento total e comercial e na evolução do diâmetro da inflorescência de plantas da variedade "Parthenon", em época de primavera e para indústria de congelação. O ensaio foi conduzido na região do Vale do Tejo, Portugal, em 2016.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização

O campo experimental foi instalado em pleno campo de cultivo, numa parcela localizada no Vale de Santarém (concelho de Santarém), com as coordenadas 39°09'45.21' N 08°42'08.36' W.

2.2. Solo

O solo do campo de ensaio pertence à unidade pedológica dos fluviossolos eutrícos (FAO, 2006). De acordo com as análises do laboratório AGRAMA, S.L. (Sevilla) este solo apresenta uma textura franco-argilo-arenoso, com 51% de areia, 27% de argila e 22% de limo. As análises forneceram os seguintes valores e classificações: pH de 8,5 (pouco alcalino), teor de matéria orgânica oxidável de 1,6% (pobre), carbonatos 0,53% CaCO₃ (não calcário), e fósforo (método de Olsen) 49,1 mg/kg (excessivo).

2.3. Caracterização climática da região

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região de Santarém é temperado, do tipo "C", verificando-se o subtipo "Csa", isto é, clima temperado com verão quente e seco (IPMA, 2018).

No gráfico da figura 1 apresenta-se a evolução comparativa dos valores normais para o período de 1981 a 2010 (IPMA, 2017) com os valores médios mensais da temperatura mínima, média e máxima do período de ensaio. Pela sua observação podemos verificar que a temperatura média normal evolui desde os 14°C, no mês de março, até aos 21°C, no mês de junho. No ano de 2016, e para igual período, os valores das temperaturas médias situaram-se ligeiramente abaixo dos valores normais, coincidindo no mês de junho. Os valores médios de temperatura máxima no mês de junho de 2016 foram mais elevados do que os valores normais, influenciando, deste modo, o desenvolvimento das inflorescências.

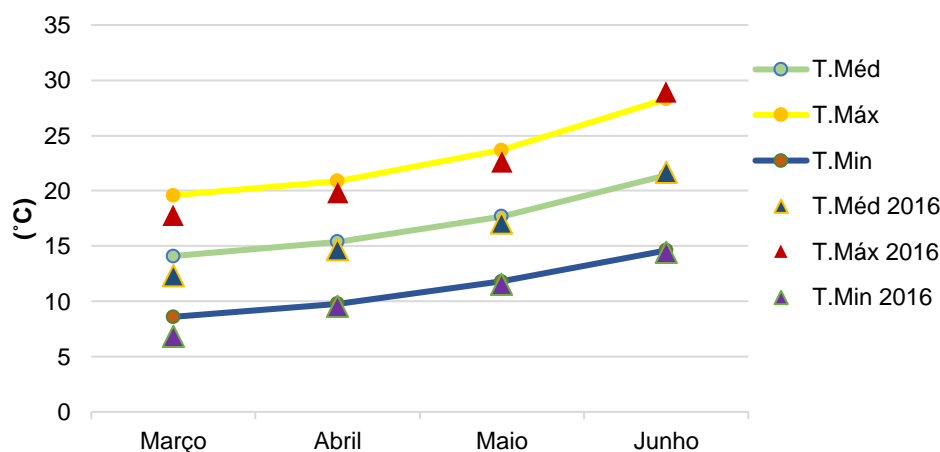


Figura 1 – Evolução dos valores das temperaturas média (T.Méd), mínima (T.Min) e máxima (T.Max) de Março a Junho de 2016, e dos valores normais (período 1981 a 2010, IPMA, 2017).

No gráfico da figura 2 apresentam-se os valores mensais da precipitação acumulada entre março e junho de 2016 e os valores de precipitação mensal normais. Para o período do ensaio, verificou-se que os valores de precipitação mensal acumulada foram inferiores aos valores normais, especialmente nos meses de março, abril e junho.

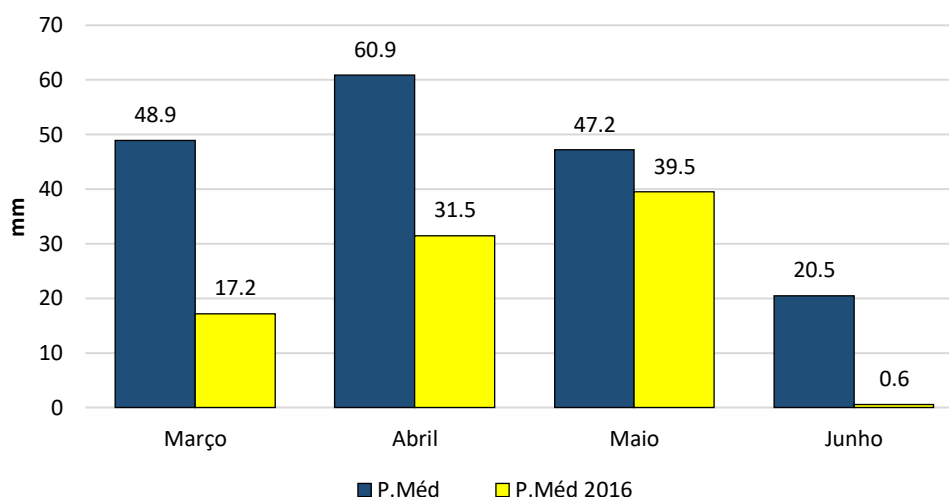


Figura 2 – Valores da precipitação mensal acumulada, entre março e junho de 2016 (P.Méd 2016), e valores da precipitação mensal acumulada normais, período 1981 – 2010 (P.Méd); (IPMA, 2017).

2.4. Delineamento experimental

O precedente cultural da parcela do ensaio foi a cultura de milho. O campo de ensaio foi armado em camalhões, afastados entre si de 1,5m. O dispositivo experimental (Figura 3) consistiu num delineamento completamente casualizado, com 3 modalidades (D1, D2 e D3) e quatro repetições por modalidade, ocupando cada talhão experimental a área de 12m² (8m x 1,5m). A área total do ensaio foi de 150 m², incluindo as bordaduras.

Os tratamentos avaliados (densidade de plantação) foram: D₁ (0,50mx0,40m) com uma densidade de 2,67 plantas/m²; D₂ (0,40mx0,40m) 3,33 plantas/m², e D₃ (0,30mx0,40m) 4,44 plantas/m².



Figura 3 – Aspeto geral do campo de ensaio instalado em pleno campo de cultivo.

Durante o ciclo cultural foram efetuadas as seguintes observações do desenvolvimento e crescimento: número de folhas e altura da planta; data do início da formação da cabeça (inflorescência); evolução do peso verde e seco dos diversos componentes da planta; diâmetro das cabeças, assim como o seu peso verde final, para estimar a produtividade, em toneladas por hectare. Avaliou-se ainda o impacto dos diversos tratamentos (densidades de plantação) na incidência de doenças.

O tratamento estatístico de resultados consistiu na representação gráfica da evolução de alguns parâmetros ao longo do ciclo da cultura e no cálculo de médias e intervalos de confiança para a média, bem como, na análise de variância pelo teste F e cálculo da diferença mínima significativa, pelo teste de Scheffé.

2.5. Instalação do campo

A preparação do solo foi realizada, inicialmente, com uma gradagem, aproveitando-se para incorporar os resíduos da cultura anterior e o corretivo orgânico (7t/ha de estrume de vaca misturado com 3t/ha de estrume de frango). Seguiu-se, posteriormente, uma lavoura efetuada a 14 de março. A mobilização do solo foi realizada com um derregador, adubador localizador, distribuindo-se, simultaneamente, 600 kg/ha de um fertilizante orgânico, contendo 4% de N, 3% de P₂O₅ e 3% de K₂O e 470 kg/ha de um adubo sólido contendo 10%N; 10% P₂O₅, 22% K₂O e 10% de SO₃. A armação dos camalhões foi realizada a 15 de março com um armador-frezador. Efetuou-se a aplicação de adubo líquido, (6%N; 15% P₂O₅, 10% K₂O) na dose de 210 L/ha. No total, foram aplicados 84kg/ha de N, 97kg/ha de P₂O₅ e 142kg/ha de K₂O.

A cultura foi instalada mecanicamente com o auxílio de um transplantador, em 17 de março de 2016. A densidade de plantação de D2, de 33 mil plantas por hectare, em linha dupla, com as plantas na linha afastadas entre si 0,40m é a praticada pelo agricultor; as densidades D1 e D2, são, respetivamente, inferior e superior à praticada pelo agricultor.

Após a plantação procedeu-se à aplicação do herbicida com metazacloro (sa) na dose de 1,5L/ha. Para prevenir as doenças aplicou-se 30 dias após a plantação (DAP) o metalaxil na dose de 3kg/ha e 42 DAP, 1kg/ha de boscalide e piraclostrobina. Como inseticidas, aplicaram-se o clorantianiliprol (100g/ha) e o indoxacarbe (85g/ha).

O produtor utiliza o método de rega por aspersão, realizado através de rampa circular beneficiando uma área de 15 hectares.

Devido às elevadas temperaturas que se fizeram sentir, o ensaio foi colhido no dia 01 de junho de 2016, sendo esse o último dia da colheita da parcela. A colheita foi realizada manualmente.

3. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Efeito da densidade de plantação no desenvolvimento das plantas

Verificou-se um acréscimo linear do número médio de folhas verdes por planta até aos 55 DAP, seguindo-se uma evolução mais gradual, e/ou estabilização, dos 55 aos 75 DAP. No final do ciclo cultural obteve-se um número médio de folhas por planta que variou entre 21 e 25, sendo este número superior em D₁ em relação a D₂ e este em relação a D₃ (Figura 4). O menor número de folhas em D₃ poderá dever-se a uma maior taxa de amarelecimento e senescência devido ao maior ensombramento ocorrido nesta modalidade com maior número de plantas por unidade de área.

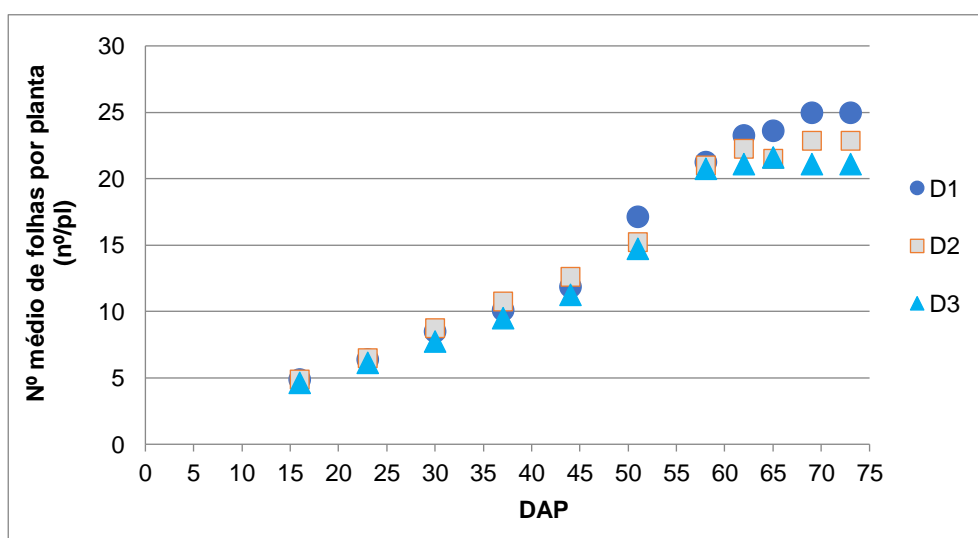


Figura 4 – Efeito dos tratamentos na evolução do número médio de folhas por planta, dos 16 aos 75 DAP.

O aumento da altura média das plantas foi maior entre os 30 e os 60 DAP (Figura 5). Este período correspondeu a um maior desenvolvimento vegetativo da cultura. Os tratamentos não afetaram a estatura média das plantas.

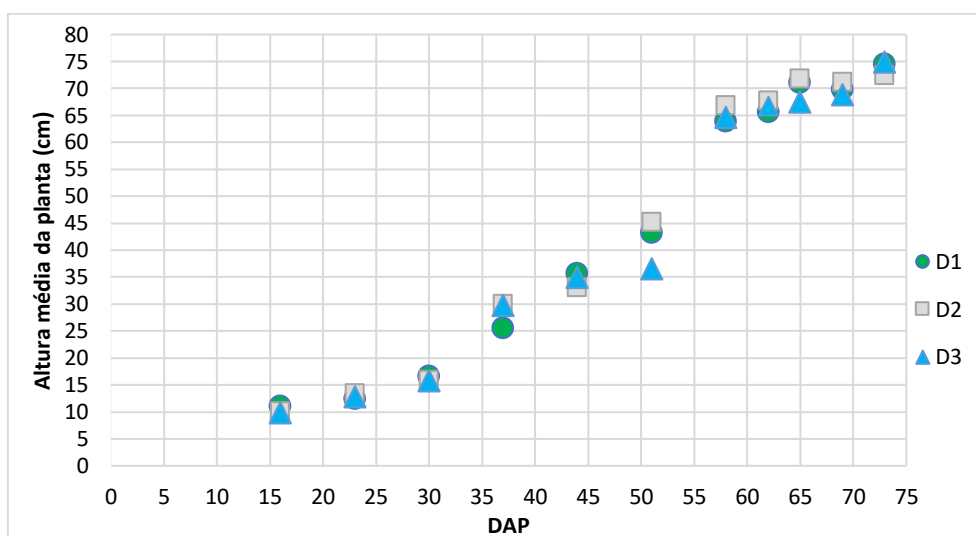


Figura 5 – Efeito dos tratamentos na evolução da altura média da planta (cm).

O desenvolvimento do diâmetro e altura das cabeças dos brócolos foi quantificado desde o seu aparecimento, 51 DAP, até ao final do ciclo cultural (Figura 6). A evolução dos diâmetros das cabeças foi semelhante entre os 3 tratamentos até aos 65 DAP. A partir desse período observa-se que as cabeças do tratamento D1 se destacaram em relação aos restantes tratamentos. Da análise do gráfico da figura 6 podemos ainda concluir que o início da formação da cabeça ocorre por volta dos 50-53 DAP.

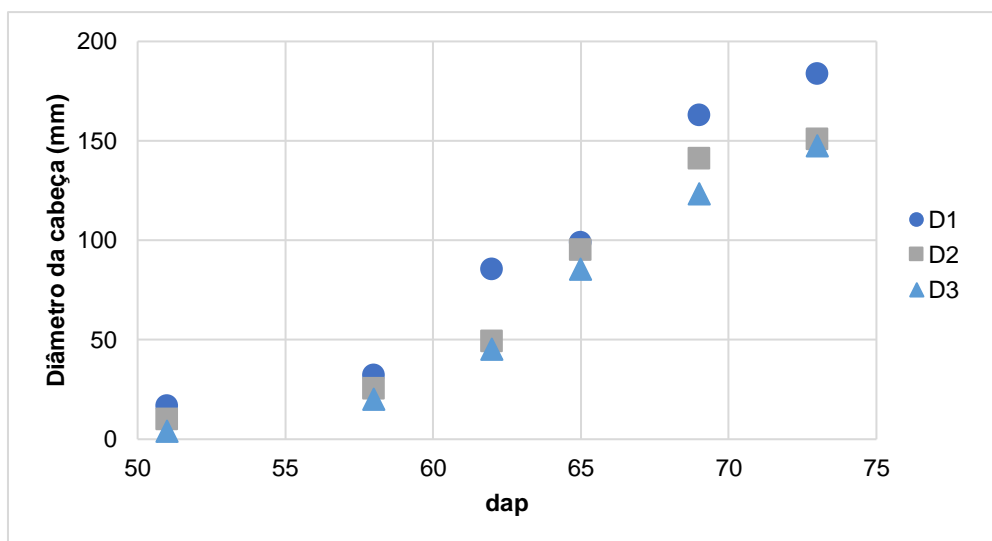


Figura 6 – Evolução do diâmetro médio das inflorescências das plantas (mm) por tratamento.

A análise do diâmetro médio das inflorescências, colhidas no final do ciclo cultural (77 DAP), permite-nos verificar que os tratamentos influenciaram significativamente este parâmetro (Figura 7). A análise de variância demonstrou que o valor de F calculado (30,287) foi superior ao F crítico (4,256) com um valor de $p < 0,001$. Considerando que a indústria impõe como limite máximo um diâmetro igual ou inferior a 200 mm, e que as temperaturas no período coincidente com a colheita são propícias a uma maior taxa de desenvolvimento das inflorescências, as maiores densidades de plantação poderão ser usadas como fator de controlo desse diâmetro.

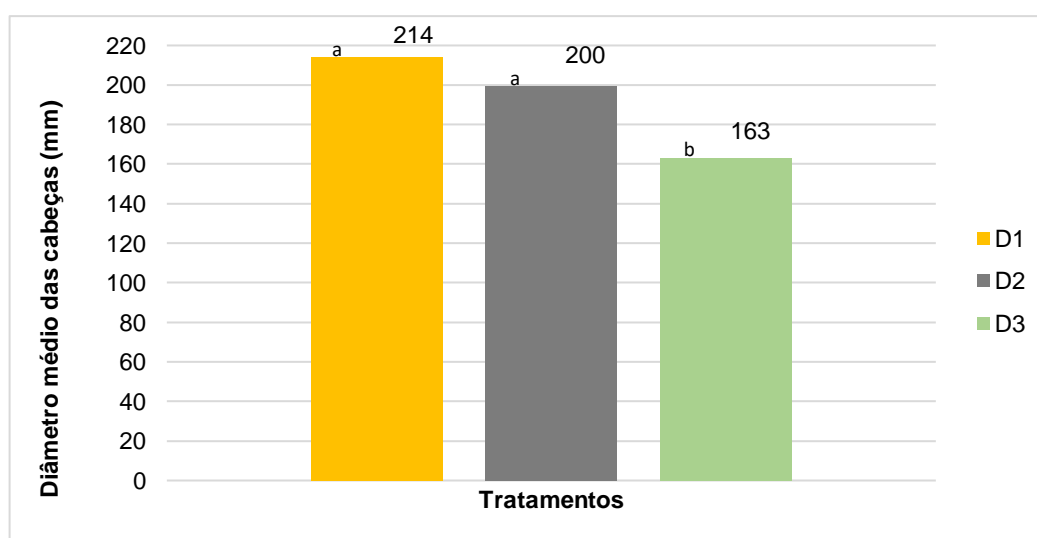


Figura 7 – Efeito da densidade de plantação no diâmetro médio das inflorescências aos 77 DAP. As letras sobre as colunas representam o teste de comparação de médias (Scheffé, d.m.s=19,89).

3.2. Efeito no peso médio das cabeças

O gráfico da Figura 8 apresenta o peso médio das cabeças no último dia de colheita (77 DAP) dos três tratamentos em estudo. O peso médio das inflorescências é significativamente maior em D1, seguindo-se D2 e, por fim D3. O valor de F calculado 62,6) foi superior ao F crítico (4,25) com um valor de $p < 0,001$.

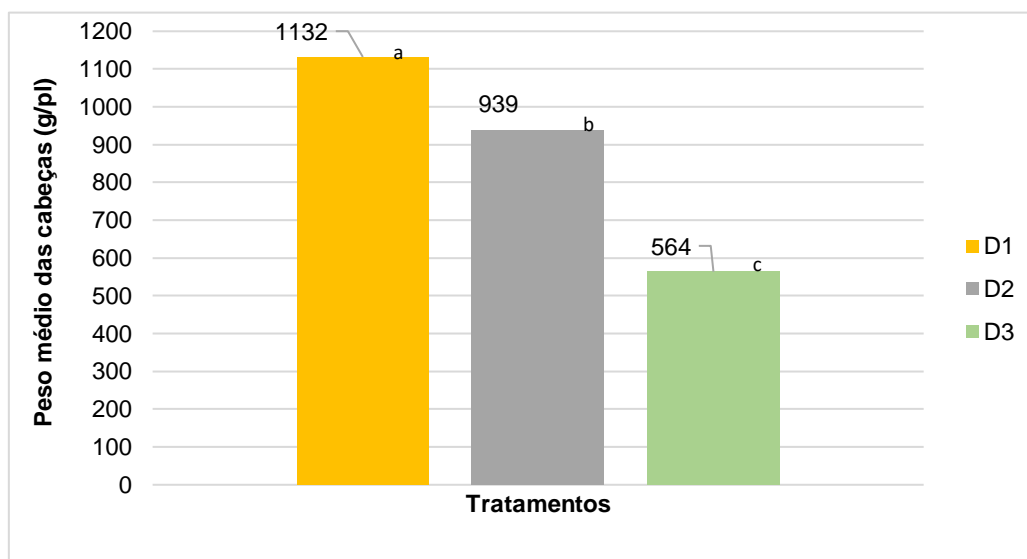


Figura 8 – Efeito da densidade de plantação no peso médio das inflorescências aos 77 DAP. As letras sobre as colunas representam o teste de comparação de médias (Scheffé, d.m.s=150,6).

O peso médio de matéria seca das inflorescências no final do ciclo (77 DAP) foi superior em D2 e inferior em D3. A maior competição entre as plantas de D3, pelos nutrientes, água e radiação pode justificar a menor repartição de matéria seca para as inflorescências neste tratamento.

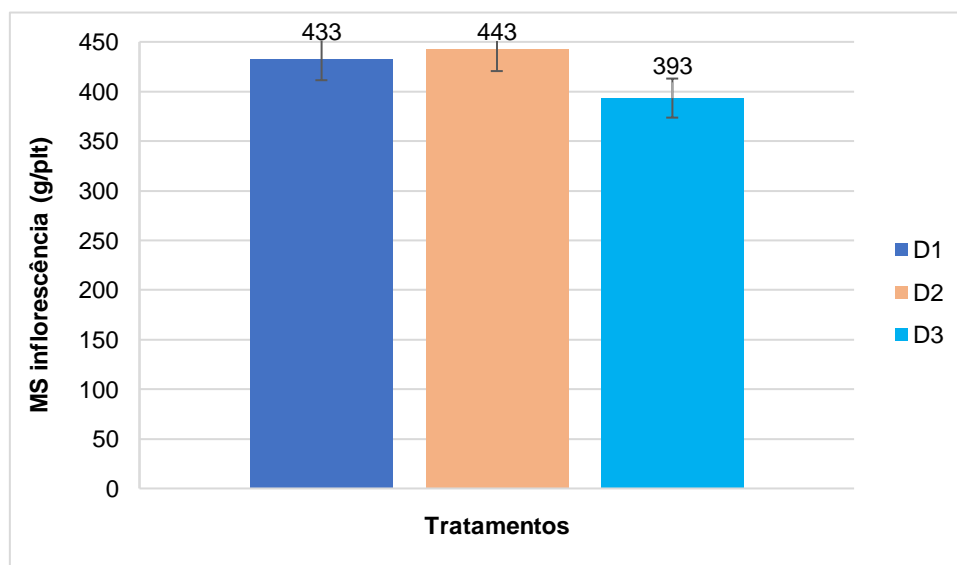


Figura 9 – Peso médio de MS da inflorescência dos tratamentos, aos 77 DAP. As barras verticais representam os intervalos de confiança para um valor de $\alpha = 0,05$.

3.3. Efeito na produtividade estimada da cultura

No gráfico da Figura 10 são apresentadas as estimativas da produtividade (t/ha), considerando o peso médio das cabeças, uma quebra média de 20% e a densidade de plantação. Da sua observação verificamos que o tratamento D2 é o que apresenta maior produtividade, 31,3 t/ha, combinando a densidade de 3,33 pls/m² com um peso verde médio das inflorescências intermédio.

No entanto a utilização de maiores densidades de plantação poderá ser adoptada para prolongar o período de colheita, sem prejudicar a qualidade para indústria.

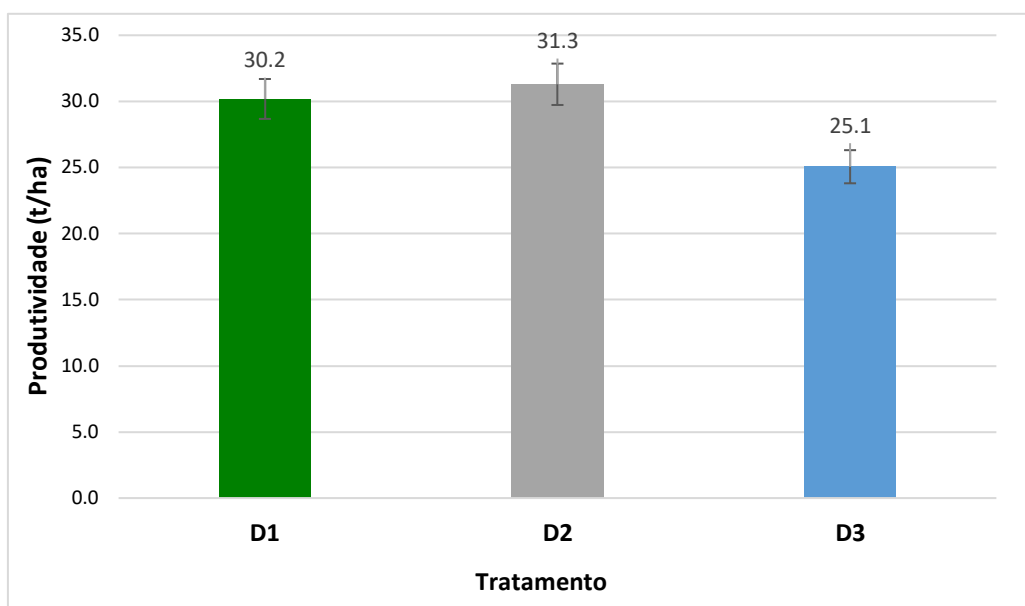


Figura 10 – Efeito dos tratamentos na produtividade estimada de brócolo aos 77 DAP.

4. CONCLUSÕES

Como principais notas conclusivas foi possível verificar que, em relação ao desenvolvimento, o número médio de folhas por planta se situou entre os 21 a 25; os tratamentos não influenciaram a estatura média das plantas, situando-se esta entre os 72,5 a 75 cm; o diâmetro médio das inflorescências foi influenciado pela densidade de plantação, sendo mais elevado em D1, seguindo-se D2 e D3.

A produtividade, estimada com base no número de plantas por hectare e no peso médio das inflorescências foi mais elevada no tratamento D2, refletindo muito mais o efeito da maior densidade de plantas por unidade de área (3,3 plantas/m²) do que o efeito das densidades no peso médio das cabeças por planta. Embora a densidade D2, tenha garantido a maior produtividade, provou-se que um aumento da densidade de plantação (D3) permitirá, por via de uma maior competição entre plantas, contribuir para taxas de crescimento mais lentas das inflorescências, permitindo, deste modo, aumentar a produção comercial de inflorescência para a indústria, em condições de temperaturas mais elevadas no período de colheita da época de primavera / verão.

5. BIBLIOGRAFIA

Cordero, M.L.F. et al. (2010). Efecto de variedades com densidad de plantación en la calidad física del florete de brócoli. *Rev. Fitotec. Mex.*, vol. 33(2). p: 141 – 147.

FAO (2006). World reference base for soil resource 2006. World Soil Resource Reports 103. IUSS, ISRIC, FAO, Rome, Italy, 2006 Edition. 145p.

Filho, A.B.C., Júnior, A.A S. Cortez, J.W.M. (2012). Produtividade e classificação de brócolos para indústria em função da adubação nitrogenada e potássica e dos espaçamentos entre plantas. *Horticultura Brasileira*, 30. p: 12-17.

Francescangeli, N., Sangiacomo, M.A., & Martí, H. (2016). Effects of plant density in broccoli on yield and radiation use efficiency. *Scientia Horticulturae*, 110, 135 – 143.

- Instituto Português do Mar e da Atmosfera (2017)
http://www.ipma.pt/resources.www/docs/im.publicacoes/edicoes.online/agr_20160301_20160331_bag_3d_co_pt.pdf. Consultado no mês de outubro de 2017.
- Jett, L. W.; Morse, R. D., O'Dell, C. R (1995). Plant density effects on single-head broccoli production. *Hortscience*, 30(1). 50 – 52.
- Kelley, W. T. (2007). Greater plant populations may increase broccoli yield. Extension Research Report Cultural Management. p:6-8.
- Schellenberg, D. L.; Brastch, A. D.; Shen, Z. (2009). Large single head broccoli yield as affected by plant density, nitrogen, and cultivar in a plasticulture system. *Hort Technology*. October-December 19 (4). 792-795.