



Instituto Politécnico
de Viana do Castelo

Nélson Gabriel Araújo Maciel

Influência da calagem e da adubação azotada e fosfatada no crescimento e na
qualidade da hidrângea (*Hydrangea macrophylla*)

Mestrado em Engenharia Agronómica

Trabalho efetuado sob a orientação de:

Professor Doutor Luís Miguel Cortêz Mesquita de Brito

Fevereiro de 2022

*As doutrinas expressas neste trabalho
são da exclusiva responsabilidade do autor.*

ÍNDICE

ÍNDICE.....	i
AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE DE QUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Classificação botânica e morfologia da hidrângea	2
1.3. Produção de hidrângea em Portugal	3
1.4. Exigências edafo-climáticas	3
1.5. Instalação da cultura	5
1.6. Poda	6
1.7. Problemas fitossanitários	6
1.8. Objetivo do trabalho	8
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	8
2.1. Caracterização do local da experiência	8
2.2. Delineamento experimental.....	9
2.3. Instalação da experiência de hidrângea	10
2.3.1 Seleção e preparação das plantas para a experiência.....	10
2.3.2. Preparação do substrato e adição dos fertilizantes	13
2.4. Análises laboratoriais do substrato	15
2.4.1. Determinação do pH e condutividade elétrica.....	15
2.4.2. Determinação do teor total de P	15
2.4.3. Determinação de azoto total (Método Kjeldahl)	15
2.4.4. Resultados das análises laboratoriais do substrato	15
2.5. Avaliação das características das plantas	16
3. RESULTADOS	18
3.1. Evolução da altura das plantas com diferentes doses de azoto.....	18
3.2. Evolução da altura das plantas com diferentes doses de fósforo.....	19
3.3. Evolução da altura das plantas com diferentes doses de calcário.....	20
3.4. Análise da altura das plantas com diferentes doses de fertilizantes	21
3.5. Evolução do diâmetro das plantas com diferente dose de azoto	22

3.6.	Evolução do diâmetro das plantas com diferentes doses de fósforo	23
3.7.	Evolução do diâmetro das plantas com diferentes doses de calcário	24
3.8.	Análise do diâmetro das plantas com diferentes doses de fertilizantes	25
3.9.	Evolução do comprimento das folhas com diferentes doses de azoto.....	26
3.10.	Evolução do comprimento das folhas com diferentes doses de fósforo.....	27
3.11.	Evolução do comprimento das folhas com diferentes doses de calcário.....	28
3.12.	Análise do comprimento das folhas com diferentes fertilizantes	29
3.13.	Evolução do diâmetro do caule das plantas com diferentes doses de azoto	30
3.14.	Evolução do diâmetro do caule das plantas com diferentes doses de fósforo.....	31
3.15.	Evolução do diâmetro do caule das plantas com diferentes doses de calcário	32
3.16.	Análise do diâmetro do caule com diferentes fertilizantes.....	33
3.17.	Evolução do número de folhas com diferente dose de azoto	34
3.18.	Evolução do número de folhas com diferentes doses de fósforo	35
3.19.	Evolução do número de folhas com diferente dose de calcário	36
3.20.	Análise do número de folhas com diferentes doses de fertilizantes	37
3.21.	Evolução da cor das flores com diferentes doses de azoto, fósforo e calcário	38
4.	DISCUSSÃO.....	40
5.	CONCLUSÃO.....	42
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

AGRADECIMENTOS

Gostaria de poder expressar os meus sinceros agradecimentos ao Professor Doutor Luís Miguel Brito pela sua disponibilidade na orientação da minha dissertação, por todo o apoio prestado na definição e concretização de objetivos, pelo esclarecimento de todas as dúvidas que foram surgindo, pela partilha de conhecimento e de experiências, e por ser uma inspiração para mim e para todos aqueles que admiram o trabalho de agrónomo nas diversas áreas de estudo.

Agradeço também à Escola Superior Agrária de Ponte de Lima (ESAPL) e a todo o corpo docente do mestrado em Engenharia Agronómica por transmitirem toda a prática, técnica e ensinamentos, que constituem as ferramentas essenciais para a inserção no mundo laboral.

Agradeço ao Doutor Rui Pinto investigador da Escola Superior Agrária de Ponte de Lima (ESAPL), no auxílio das análises laboratoriais e por todo apoio prestado.

Por último aos meus pais pelo apoio que me deram até hoje e por sempre me incentivarem no meu percurso académico; à minha companheira Diana Fernandes, ao meu irmão Bruno Maciel, e amigos em especial João Teixeira e Rui Araújo, pelo suporte que deram na realização deste estudo para a dissertação.

RESUMO

A hidrângea é uma flor ornamental com valor comercial envasada ou flor de corte. A cor das inflorescências é um dos fatores que torna as plantas desta cultura apeteceíveis para o consumidor e varia devido à mobilidade e consequentemente, à disponibilidade, de alumínio provocada em parte pela reação do solo, optando-se muitas vezes pelo uso de um substrato com determinado valor de pH, de forma a conseguir controlar a cor pretendida para as flores. As plantas em vasos com substrato, nem sempre têm garantida a disponibilidade de nutrientes necessárias à planta e, para além da reação do solo, os teores de azoto e fósforo também influenciam a qualidade da flor. Com a realização deste estudo pretendeu-se entender qual a influência de fatores como a reação do solo, e do teor dos principais nutrientes (azoto e fósforo), nas características desejadas para as flores, e se existem interações entre estes fatores, na produção desta flor de corte. no solo.

A cultura de hidrângea foi instalada na freguesia da Várzea do concelho de Barcelos (Portugal). O processo iniciou-se a partir de 1 planta-mãe e desta resultaram 73 plantas, de onde se retiraram mais 250 estacas que foram enraizadas em vasos de 3L. Foram selecionadas 180 plantas semelhantes para serem produzidas nas mesmas condições edafo-climáticas. As plantas selecionadas foram envasadas em vasos com a capacidade de 10 L, constituindo-se 5 blocos, cada um destes com 36 tratamentos diferentes, resultantes da estrutura fatorial de três fatores, que incluíram 4 níveis de adubação azotada, (0, 2, 4 e 6 g de N por planta) 3 níveis de adubação fosfatada (0, 1 e 2 g de P por planta) e 3 níveis de calcário (0, 20 e 40 g de CaCO₃ por planta). As avaliações das características das plantas foram realizadas entre maio e julho de 2021 e incluíram medições da altura e o diâmetro da planta, as dimensões das folhas adultas, o diâmetro do caule, a cor da flor e o número de folhas. As medições foram realizadas com recurso a uma régua e um paquímetro, com resolução de um milímetro.

Os tratamentos com diferentes doses N, P e CaCO₃ apresentaram variações significativas para os seguintes parâmetros: crescimento da altura em que se verificou uma interação de 1^a ordem entre o P e o CaCO₃; o crescimento do diâmetro da planta com uma interação de 2^a ordem (entre N, P e CaCO₃); o crescimento do diâmetro do caule para o fator azoto; o aumento do número de folhas para o fator azoto e com a interação de 2^a ordem. Estas observações realizaram-se ao longo do período de 90 dias após a transplantação. Verificou-se um ganho qualitativo para a flor de corte com aplicação de 2 g de azoto, traduzindo-se num ligeiro aumento na altura da haste, no diâmetro da planta e no número de folhas.

Confirmou-se que o substrato continha praticamente a totalidade dos nutrientes necessários para o normal crescimento e desenvolvimento da planta, no período em que a experiência se realizou (da estacaria à floração). Para aprofundar o estudo sobre o efeito do azoto, do fósforo e da calagem nesta cultura, aconselha-se a realização de uma experiência com areia lavada em que se adicionam os restantes macronutrientes e micronutrientes necessários à planta, e o N, P e CaCO₃ nas doses correspondentes aos tratamentos a ensaiar, para compreender o efeito destes fertilizantes e as respetivas interações entre os mesmos, no crescimento e desenvolvimento das plantas e na coloração das flores.

Palavras chave: Azoto, calcário, crescimento vegetal, fósforo, hidrângeas, hortênsias, nutrientes, pH, substratos.

ABSTRACT

Hydrangea is an ornamental flower that can be sold as a potted plant or cut flower. The color of the inflorescences is one of the factors that make the plants of this crop attractive to the consumer and varies due to mobility and the availability of aluminum in the soil. Often opting for the use of a substrate with a certain pH value, to control the intended color for the flowers. Plants in pots with substrate have not always guaranteed the availability of nutrients and, in addition to the soil reaction, phosphorus also influence the quality of the flower. With the realization of this study, it is intended to understand the influence of factors such as soil reaction, and the content of the main nutrients (nitrogen and phosphorus), in the desired characteristics for the flowers, and if there are interactions between these factors, in the production of this cut flower.

The hydrangea crop was carried out in Várzea in the area of Barcelos (Portugal). The process started with 1 mother plant, resulting in 73 plants, from which 250 cuttings were removed and rooted in 3 L pots. Later, a selection of 180 similar plants was carried out to be produced under the same soil and climate conditions. The selected plants were placed in pots with a capacity of 10 L, in 5 blocks, each with 36 different treatments, resulting from the factorial structure of three factors, which included 4 levels of nitrogen (0, 2, 4 and 6 g of N per plant) 3 levels of phosphorus (0, 1 and 2 g of P per plant) and 3 levels of limestone (0, 20 and 40 g of CaCO₃ per plant). Assessments of plant characteristics were carried out between May and July 2021 and included measurements of plant height and diameter, adult leaf dimensions, stem diameter, flower color and number of leaves. Measurements were performed using a ruler and a caliper, with a resolution of one millimeter.

Treatments with different rates of N, P and CaCO₃ showed significant variations for the following parameters: plant height, for which there was a 1st order interaction between P and CaCO₃; plant diameter for which a 2nd order interaction (between N, P and CaCO₃) was found; stem diameter with differences between nitrogen levels; the increase in the number of leaves with differences between nitrogen levels and with a 2nd order interaction. These observations were carried out over the period of 90 days after transplantation. There was a qualitative gain for the cut flower with the application of 2 g of nitrogen, resulting in a slight increase in the height of the stem, in the diameter of the plant and in the number of leaves

It was confirmed that the substrate contained enough nutrients for plant growth and development, during the period in which the experiment was carried out (from cuttings to flowering). Further study about the effect of nitrogen, phosphorus and liming on this crop, can be carried out through an experiment with washed sand in which the remaining macronutrients and micronutrients needed by the plant are added, and N, P and CaCO₃ applied at rates to be tested, to understand the effect of these fertilizers and the respective interactions between them, on plant growth and development and on the color of the flower.

Key Words: Hortensia, hydrangeas, limestone, nitrogen, nutrients, pH, phosphorus, plant growth, substrates.

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Agentes de problemas fitossanitários em hidrângea.	7
Quadro 2 - Siglas dos diferentes tratamentos experimentais.	10
Quadro 3 - Características dos adubos utilizados na experiência.	14
Quadro 4 - Momentos de avaliação da experiência.	16
Quadro 5 - Anova de três fatores para a altura das plantas no dia 80.	21
Quadro 6 - Anova de três fatores para altura das plantas no dia 87.	21
Quadro 7 - Anova de três fatores para o diâmetro da planta no dia 80.	25
Quadro 8 - Anova de três fatores para o diâmetro da planta no dia 87.	25
Quadro 9 - Anova de três fatores para o comprimento das folhas no dia 80.	29
Quadro 10 - Anova de três fatores para o comprimento das folhas no dia 87.	29
Quadro 11 - Anova de três fatores para o diâmetro do caule no dia 80.	33
Quadro 12 - Anova de três fatores para o diâmetro do caule no dia 87.	33
Quadro 13 - Anova de três fatores para o número de folhas no dia 80.	37
Quadro 14 - Anova de três fatores para o número de folhas no dia 87.	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Sépalas e flores presentes na inflorescências da hidrângea (esquerda), gomos presentes na inserção das folhas (direita)	2
Figura 3 – a) Delfinidrine diglicósido, pigmento responsável pela cor azul das sépalas da hidrângea, b) ácido clorogénico, pigmento responsável pela cor rosa das sépalas da hidrângea Adaptado de (Pubchem, 2022).....	5
Figura 4 - Mapa da exploração com georreferenciação aérea à escala 1:1000.	9
Figura 5 - Local da experiência, com os vasos por baixo da rede de sombra.	9
Figura 7 – Esquema do processo de multiplicação das hidrângeas.	11
Figura 8 - Da esquerda para direita: plantas multiplicadas no ano anterior, material vegetativo, estacas para a multiplicação por estacaria, vasos de 3 litros com as respectivas estacas.	12
Figura 9 - Formação de raízes no caule 24 dias após a estacaria.	13
Figura 10 - Pesagem de adubos para a transplantação.	14
Figura 11 – Evolução da altura das plantas com aplicação de diferentes doses de azoto (0, 2, 4 e 6 g / planta): a) para o conjunto de todos os tratamentos; e para o conjunto dos tratamentos com aplicação de b) 0 g de P; c) 1 g de P; d) 2 g de P; e) 0 g de CaCO ₃ ; f) 20 g de CaCO ₃ ; g) 40 g de CaCO ₃	18
Figura 12 – Evolução da altura das plantas com aplicação de diferentes doses de fósforo (0, 1, 2 g / planta): a) para o conjunto de todos os tratamentos; e para o conjunto dos tratamentos com aplicação por planta/vaso de b) 0 g de CaCO ₃ ; c) 20 g de CaCO ₃ ; d) 40 g de CaCO ₃ ; e) 0 g de N; f) 2 g de N; g) 4 g de N; h) 6 g de N.....	19
Figura 13 – Evolução da altura das plantas com aplicação de diferentes doses de calcário (0, 20, 40 g / planta): a) para o conjunto de todos os tratamentos; e para o conjunto dos tratamentos com aplicação por planta/vaso de b) 0 g de P; c) 1 g de P; d) 2 g de P; e) 0 g de N; f) 2 g de N; g) 4 g de N; h) 6 g de N.....	20
Figura 14 - Evolução do diâmetro das plantas com aplicação de diferentes doses de azoto (0, 2, 4 e 6 g / planta): a) para o conjunto de todos os tratamentos; e para o conjunto dos tratamentos com aplicação por planta/vaso de b) 0 g de P; c) 1 g de P; d) 2 g de P; e) 0 g de CaCO ₃ ; f) 20 g de CaCO ₃ ; g) 40 g de CaCO ₃	22
Figura 15 - Evolução do diâmetro das plantas com aplicação de diferentes doses de fósforo (0, 1, 2 g / planta): a) para o conjunto de todos os tratamentos; e para o conjunto dos tratamentos com aplicação por planta/vaso de b) 0 g de CaCO ₃ ; c) 20 g de CaCO ₃ ; d) 40 g de CaCO ₃ ; e) 0 g de N; f) 2 g de N; g) 4 g de N; h) 6 g de N.....	23
Figura 16 - Evolução do diâmetro das plantas com aplicação de diferentes doses de calcário (0, 20, 40 g / planta): a) para o conjunto de todos os tratamentos; e para o conjunto dos tratamentos com aplicação por planta/vaso de b) 0 g de P; c) 1 g de P; d) 2 g de P; e) 0 g de N; f) 2 g de N; g) 4 g de N; h) 6 g de N.	24
Figura 17 - Evolução do comprimento das folhas das plantas com aplicação de diferentes doses de azoto (0, 2, 4 e 6 g / planta): a) para o conjunto de todos os tratamentos; e para o conjunto dos tratamentos com aplicação por planta/vaso de b) 0 g de P; c) 1 g de P; d) 2 g de P; e) 0 g de CaCO ₃ ; f) 20 g de CaCO ₃ ; g) 40 g de CaCO ₃	26

Figura 18 - Evolução do comprimento das folhas das plantas com aplicação de diferentes doses de fósforo (0, 1, 2 g / planta): a) para o conjunto de todos os tratamentos; e para o conjunto dos tratamentos com aplicação por planta/vaso de b) 0 g de CaCO ₃ ; c) 20 g de CaCO ₃ ; d) 40 g de CaCO ₃ ; e) 0 g de N; f) 2 g de N; g) 4 g de N; h) 6 g de N.....	27
Figura 19 - Evolução do comprimento das folhas das plantas com aplicação de diferentes doses de calcário (0, 20, 40 g / planta): a) para o conjunto de todos os tratamentos; e para o conjunto dos tratamentos com aplicação por planta/vaso de b) 0 g de P; c) 1 g de P; d) 2 g de P; e) 0 g de N; f) 2 g de N; g) 4 g de N; h) 6 g de N.....	28
Figura 20 - Evolução do diâmetro do caule das plantas com aplicação de diferentes doses de azoto (0, 2, 4 e 6 g / planta): a) para o conjunto de todos os tratamentos; e para o conjunto dos tratamentos com aplicação por planta/vaso de b) 0 g de P; c) 1 g de P; d) 2 g de P; e) 0 g de CaCO ₃ ; f) 20 g de CaCO ₃ ; g) 40 g de CaCO ₃	30
Figura 21 - Evolução do diâmetro do caule das plantas com aplicação de diferentes doses de fósforo (0, 1, 2 g / planta): a) para o conjunto de todos os tratamentos; e para o conjunto dos tratamentos com aplicação por planta / vaso de b) 0 g de CaCO ₃ ; c) 20 g de CaCO ₃ ; d) 40 g de CaCO ₃ ; e) 0 g de N; f) 2 g de N; g) 4 g de N; h) 6 g de N.....	31
Figura 22 - Evolução do diâmetro do caule das plantas com aplicação de diferentes doses de calcário (0, 20, 40 g / planta): a) para o conjunto de todos os tratamentos; e para o conjunto dos tratamentos com aplicação por planta / vaso de b) 0 g de P; c) 1 g de P; d) 2 g de P; e) 0 g de N; f) 2 g de N; g) 4 g de N; h) 6 g de N.....	32
Figura 23 - Evolução do número de folhas com aplicação de diferentes doses de azoto (0, 2, 4 e 6 g / planta): a) para o conjunto de todos os tratamentos; e para o conjunto dos tratamentos com aplicação por planta / vaso de b) 0 g de P; c) 1 g de P; d) 2 g de P; e) 0 g de CaCO ₃ ; f) 20 g de CaCO ₃ ; g) 40 g de CaCO ₃	34
Figura 24 - Evolução do número de folhas com aplicação de diferentes doses de fósforo (0, 1, 2 g / planta): a) para o conjunto de todos os tratamentos; e para o conjunto dos tratamentos com aplicação por planta / vaso de b) 0 g de CaCO ₃ ; c) 20 g de CaCO ₃ ; d) 40 g de CaCO ₃ ; e) 0 g de N; f) 2 g de N; g) 4 g de N; h) 6 g de N.....	35
Figura 25 - Evolução do número de folhas com aplicação de diferentes doses de calcário (0, 20, 40 g / planta): a) para o conjunto de todos os tratamentos, e para o conjunto dos tratamentos com aplicação por planta / vaso de b) 0 g de P; c) 1 g de P; d) 2 g de P; e) 0 g de N; f) 2 g de N; g) 4 g de N; h) 6 g de N.....	36
Figura 26 - Evolução da cor das flores: a) para o conjunto de todos os tratamentos ao longo do tempo; e no último dia para o conjunto dos tratamentos com diferentes doses de b) azoto, c) fósforo e d) calcário.	38
Figura 27 - Evolução da cor das flores ao longo do tempo com as seguintes doses: a) 0 g de P, 40 g de CaCO ₃ / planta; b) 1 g de P, 40 g de CaCO ₃ ; c) 2 g de P, 40 g de CaCO ₃ ; d) 0 g de P, 20 g de CaCO ₃ ; e) 1 g de P, 20 g de CaCO ₃ ; f) 2 g de P, 20 g de CaCO ₃ ; g) 0 g de P, 0 g de CaCO ₃ ; h) 1 g de P, 0 g de CaCO ₃ ; i) 2 g de P, 0 g de CaCO ₃	39

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

A hidrângea (*Hydrangea macrophylla*) para flor de corte, também chamada de hortênsia ou hidranja, tem várias características desejáveis para o consumidor, nomeadamente: altura, diâmetro do caule da haste da flor, tamanho de folhas, diâmetro das inflorescências e cor das mesmas. Todos estes fatores influenciam o preço obtido na venda e a facilidade em escoar o produto.

A experiência foi efetuada em Barcelos, na freguesia da Várzea (região que apresenta condições que se podem adequar à produção de hidrângeas pelo facto das temperaturas baixas permitirem induzir a floração), onde durante o período entre 2019-2020, se produziu *Hydrangea macrophylla* para produção de flores de corte.

O grande desafio para os produtores é garantir que a planta tenha todas as características necessárias para ir a leilão, incluindo a homogeneidade da cor das inflorescências por molho (varia devido à mobilidade e, conseqüentemente, à disponibilidade de alumínio provocada em parte pelo pH do solo). Para rentabilizar a produção é essencial verificar e estudar qual os nutrientes necessários para o substrato utilizado de forma a adaptar a receita de fertilização e rentabilizar a produção, e também entender melhor qual a influência de fatores como a reação do solo e o teor dos principais nutrientes (azoto e fósforo) que afetam as características desejadas e se existem interações entre estes fatores.

Para a comercialização de flor de corte, existem diferentes leilões que pretendem dar escoamento ao produto. Em Portugal conhece-se a Mercoflor e nos Países Baixos pode encontrar-se o leilão relativo à Flora Holland (Aalsmeer) que é mais conhecido internacionalmente. Em qualquer um destes leilões existe um processo rigoroso de calibração das flores de corte, no qual se pretende obter flores que possuam as características exigidas no regulamento dos leilões, para posteriormente definir um preço de venda. No caso da Flora Holland é determinado que a haste respeite o padrão S20 (as hastes das plantas têm de ter um mínimo de 50 cm de comprimento), com incremento de classes de 5 em 5 cm. A percentagem em madeira velha constitui outro critério, sendo que os primeiros 10 cm da base da haste não devem apresentar folhas. O peso médio da haste também condiciona a venda e tem em conta incrementos de classe (1, 2, 5 ou 10 g). Estas características são atualizadas para cada cultivar, para cada mês do ano (VBN, 2022).

Os produtores de hidrângea optam por produzir as plantas em vasos, pois mais facilmente controlam o valor de pH, em comparação quando esta está cultivada diretamente no solo. Isto também se deve ao fato de muitas das novas cultivares presentes no mercado atualmente serem melhoradas em laboratório por um processo de hibridação, e essas cultivares só irão apresentar o seu potencial naquele intervalo de pH, como é o caso da Pink Cloud.

Dessa forma as plantas produzidas em substrato apresentam uma grande vantagem em relação à cultura em solo, pois torna-se mais fácil o controlo do pH. Por sua vez a produção em substrato requer um maior controlo da nutrição da planta, porém é preciso ter cuidados acrescidos com a nutrição da mesma, pois é frequente apresentar deficiências de nutrientes. No entanto, o excesso de adubos nos vasos não é desejado, pois estes podem causar problemas de salinidade no substrato como também problemas de lixiviação (de azoto e fósforo) com impacto ambiental, para além de elevarem o custo de produção sem retorno.

A hidrângea é conhecida por ter compostos tóxicos, o que faz com que atualmente a família Hydrangeaceae tenha interesse no ponto de vista bioquímico, visto alguns deles estarem a ser estudados nos impactos na saúde. Como o que descreveu Kem et al. (2009) que verificou, num estudo com ratos, uma eficácia antidiabética através de ingestão de “dulcis folium” de hidrângea.

A substância cumarina extraída hidrângea (*Hydrangea paniculata* Siev) apresentou efeito protetor em doenças renais agudas e doenças crônicas (Wang et al., 2022). O composto aza-BOFIPY, presente nas hidrângeas, também apresentou uma grande importância para o desenvolvimento de métodos para aliviar hipoxia tumoral e aumentar a eficácia de terapêutica em tumores (Tang et al., 2019).

1.2. Classificação botânica e morfologia da hidrângea

A hidrângea, conhecida por hortênsia, com o nome científico de *Hydrangea macrophylla* (Carl Peter Thunberg), é uma planta lenhosa, que pertence à família Hydrangeaceae do gênero da Saxifragaceae, caracterizada pelas suas inflorescências de cor azul, rosa ou branca.

A hidrângea é um arbusto semilenhoso, caducifólio, densamente ramificado desde a base, atingindo o porte 2,5 m de altura. Caules velhos nodosos, de coloração acinzentada clara e marcados por estrias longitudinais. Os ramos juvenis são lisos e esverdeados. Folhas simples, opostas, pecioladas, coriáceas, de coloração esverdeada clara, reluzentes, com textura rugosa e profundamente sulcadas pelas nervuras como observado na figura 1 (direita), com uma margem denteada e formato elíptico, com até 25 cm de comprimento por 12 cm de largura. Os frutos são pequenas cápsulas subglobosas, geralmente ausentes nas variedades obtidas por melhoramento genético e com uso difundido em paisagismo (IFCN, 2022) observado na figura 1 (esquerda) as inflorescências são dispostas em corimbo. Segundo Mauseth (2017) o que parece ser pétalas na figura 1, com a cor azul, na verdade são brácteas localizadas abaixo da flor (estas estão localizadas no centro brácteas).

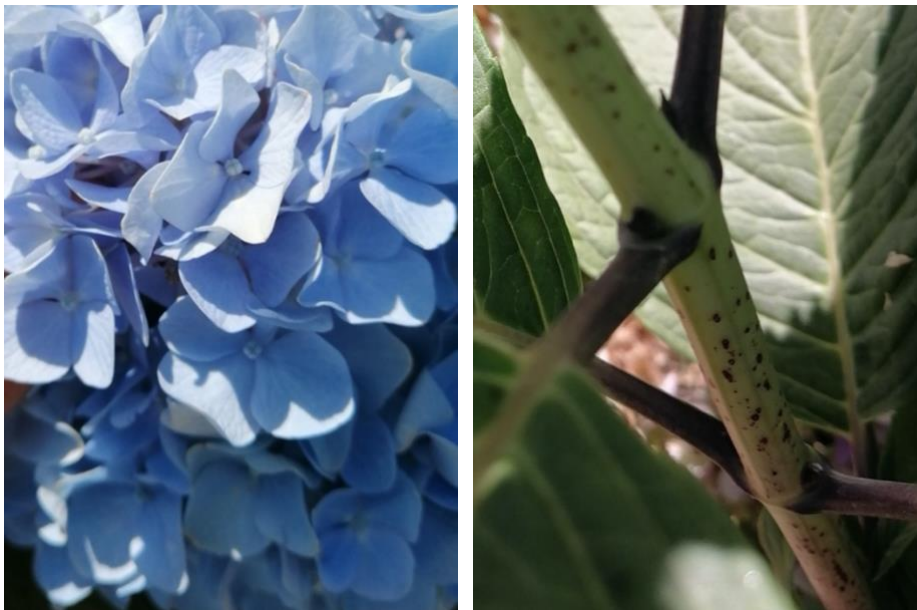


Figura 1- Sépalas e flores presentes nas inflorescências da hidrângea (esquerda), gomos presentes na inserção das folhas (direita)

A hidrângea tem como centro de origem a costa do centro pacífico da ilha Japonesa de Honshu onde a planta é conhecida como “Temari-bana”. Uma análise ao habitat natural das hidrângeas indica que elas evoluíram em climas de influência marítima, temperaturas moderadas, com moderada a elevada humidade, e elevada precipitação (uma vez que as temperaturas elevadas e o stress hídrico provocam danos que se traduzem em folhas e flores queimadas e na quebra do crescimento da planta). Atualmente, a hidrângea passou por um processo de hibridização para “garden centres” e floristas do qual resultaram mais de 500 cultivares (Bailey, 1992).

Atualmente a maioria das variedades existentes são mais aptas para flor de corte do que para produção de planta envasada, existindo cultivares que conseguem ter aptidão para ambas as finalidades. Para flor de corte, as variedades de hidrângea que mais se destacam são: Royal Supreme, Royal Star; Chrystal Palace; Toyal Amigo; Cotton Fire; Pink Floyd; Amber; Light my fire, Happyness; Margarita Blue; Ruby Glow e Sunsation (VBN, 2022). As hortênsias envasadas são tradicionalmente oferecidas em vasos (10 a 15 cm de diâmetro) sendo procuradas em datas celebrativas tal como dia da Mãe, Páscoa, Dia dos Namorados e ainda no dia do Memorial que se celebra em alguns países como os Estados Unidos da América (Dole, 1999).

1.3. Produção de hidrângea em Portugal

Em Portugal, os últimos dados estatísticos disponíveis pelo INE são de 2011, pelo qual não apresentam um retrato real da situação económica desta cultura. No período entre 2002 e 2012, as hidrângeas totalizaram 2,2 milhões de plantas comercializadas.

As regiões tradicionalmente produtoras de plantas ornamentais em Portugal são o Centro com Odemira e Montijo a dominar a produção a nível nacional, seguindo-se o Norte com Viana do Castelo. Nas zonas Norte e Sul os viveiristas produzem flores ornamentais em vaso, enquanto na zona Centro (Montijo e Odemira) a produção é para flor de corte (Instituto Nacional de Estatística, 2013).

1.4. Exigências edafo-climáticas

A *Hydrangea macrophylla* caracteriza-se por preferir terrenos húmidos e sem luz direta de forma a não queimar as flores. As plantas precisam sempre de um número mínimo de horas de frio para haver indução floral (Elly Kesumawati, 2009).

No que se refere ao nível geográfico, as hortênsias são produzidas entre as latitudes de 42° - 59° N onde crescem vigorosamente com pouco ou mesmo nenhum sombreamento, contudo para latitudes de 32° - 42°N (mais próximas das de Portugal) já apresenta necessidade de sombreamento de 20 - 50% (Elly Kesumawati, 2009).

As plantas da família Hydrangeaceae são acumuladoras de alumínio (Al). As hidrângeas apresentam a característica própria das sépalas mudarem de cor consoante o valor do pH do solo. Este efeito é explicado pelo facto do solo ácido aumentar a disponibilidade de iões de alumínio, que ficam assim solúveis e são absorvidos pelas raízes e transportados para as sépalas, onde o Al³⁺ interage com antocianinas resultando a cor azul (Yoshida et al, 2008). Tal como pode ser observado na Figura 2 a mesma variedade pode ser comercializada com diferentes cores.

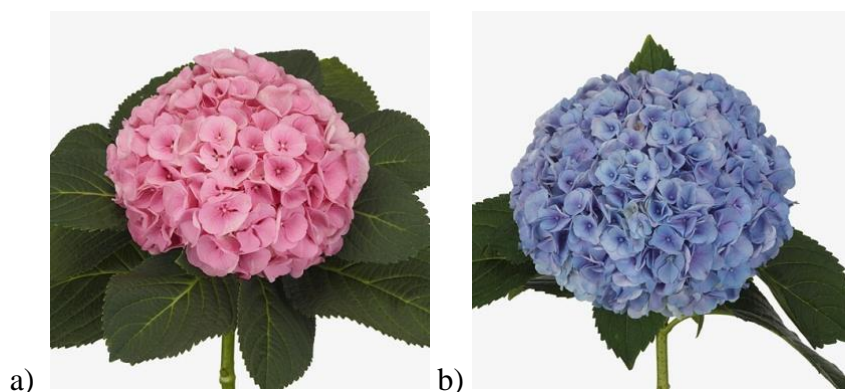


Figura 2 - Mudança da cor das sépalas em *Hidrangea macrophylla* cv. Bink. Adaptado de Potted (2022).

O excesso de alumínio inibe o desenvolvimento da raiz, contudo, esta família desenvolveu características que permitem tolerar níveis relativamente elevados de alumínio. Neste caso, as flores podem ficar com a cor azul ou rosa dependendo da concentração deste elemento nos gomos, ou seja, elevado teor de alumínio origina flores azuis e baixo teor de alumínio origina flores cor de rosa. (Jansen, 2004) A hidrângea é considerada uma planta com tolerância à salinidade para valores que podem variar no substrato dos 2 a 4 dS m⁻¹ (Bañóna, 2019).

As hidrângeas são plantas que têm melhor desenvolvimento com temperaturas baixas, apresentando um crescimento vegetativo melhor quando as temperaturas noturnas se encontram abaixo dos 16 °C. Temperaturas noturnas entre os 11 a 14 °C, produzem hastes mais altas, folhas mais largas e diâmetro da inflorescência maior do que a temperaturas dos 17 a 18 °C (Ball, 1997). A nível mundial, a elevadas latitudes, onde as temperaturas noturnas são mais frias, a indução floral é antecipada, no entanto, para antecipar a floração, se as temperaturas não permitirem a quebra da dormência vegetativa, as plantas devem estar cobertas, e permanecer em estufas aquecidas durante o verão (Bailey, 1992). Em Portugal essas condições estão asseguradas.

Em relação à luminosidade, o ciclo vegetativo da hidrângea pode ser manipulado de forma a conseguir-se forçagem que pode ser útil para o ciclo comercial. As plantas precisam de uma fase de frio e noites longas para provocar a hibernação. Esta pode ser quebrada com colocação em frio e escuro durante os meses de novembro a janeiro, e posteriormente com 108 lux de luzes incandescentes. Esta radiação adicional vai causar efeito nas plantas no final da campanha, traduzindo-se em plantas com gomos mais desenvolvidos e longos (Ball, 1997).

O teor de humidade no solo ou substrato deve ser constante para um ótimo crescimento da planta. O solo ou substrato utilizado para o cultivo de hidrângeas deve ter uma elevada capacidade de retenção de água, assim como bom arejamento. Normalmente, as misturas de turfas são os substratos mais comuns para este efeito (Bailey, 1992).

Ambas as sépalas azuis e cor-de-rosa contêm um pigmento de antocianinas: o delfinidrine diglicósido (Figura 3 a) responsável pela cor azul (Yoshida et al., 2008). Quando o alumínio está presente nas sépalas, liga-se ao pigmento formando o co-pigmento ácido clorogénico (Figura 3 b) que causa a mudança de cor das sépalas de cor-de-rosa para azul (Bailey, 1992).

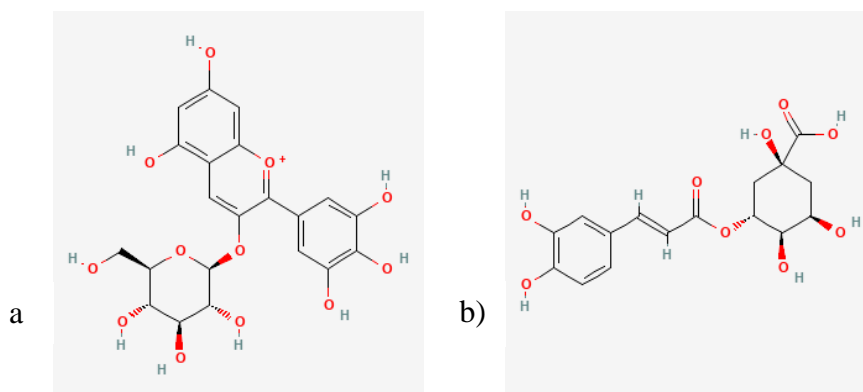


Figura 3 – a) Delphinidrine diglicósido, pigmento responsável pela cor azul das sépalas da hidrângea, b) ácido clorogénico, pigmento responsável pela cor rosa das sépalas da hidrângea Adaptado de (Pubchem, 2022).

Para se obterem inflorescências cor-de-rosa é necessário um valor de pH entre 5,8 e 6,2, elevados teores de fósforo, baixos teores de potássio, e elevados teores de matéria orgânica. Pelo contrário, as inflorescências azuis são obtidas com valores de pH mais baixos, entre 5 e 5,5 com aplicações de alumínio (na forma de sulfato de alumínio) e níveis de fósforo baixos (Neil et al., 2009).

Um dos fertilizantes NPK que se pode escolher para obter sépalas com coloração rosa, pode ser o 20-10-10. Teores de azoto médios, baixos teores de fósforo e elevados valores de potássio, por sua vez estão associados a sépalas com coloração azul, portanto, um fertilizante NPK que se pode utilizar pode ser 25-5-30 (Bailey, 1992).

1.5. Instalação da cultura

A hidrângea apresenta um comportamento arbustivo, recomendando-se, por este motivo, a plantação de duas plantas por m^2 , de forma a garantir que tenha espaço para crescer, não havendo défice hídrico e garantindo um bom arejamento da planta, visto esta ser sensível a problemas fitossanitários, como por exemplo oídio.

A plantação também pode ser realizada em vasos com substrato, com recurso a rega com gotejadores (2 emissores por vaso), quer para produção de flor de corte ou para plantas ornamentais. O facto de se envasar as plantas constitui uma vantagem por se controlar o teor de nutrientes e o valor do pH, e assim determinar de modo mais fácil a cor e desenvolvimento das flores. Embora o envase seja mais comum para a produção de plantas destinadas a hortos e “garden centres”, esta estratégia apresenta a desvantagem de no caso de o sistema de rega falhar, a cultura sofrer stress hídrico de um modo bastante crítico.

As plantas são enraizadas em vasos de 50 ml de volume sendo depois realizada a transplantação para vasos de 1 L, a qual, ocorre no estado de dormência vegetativa provocada pelas temperaturas frias. Por fim, a última transplantação acontece para vasos de 3 L com substrato. A utilização de vasos serve para facilitar o transporte e ter menos peso, contudo, ao ter menos volume nos vasos, requer maior controlo da humidade dos substratos, para prevenir queimaduras das folhas e stress hídrico (Bailey, 1992).

O volume do vaso afeta o crescimento e desenvolvimento da planta. Yeh and Chiang (2001) reportaram que o número de flores aumentou substancialmente quando as plantas foram instaladas em vasos com volumes iguais ou superiores a 260 cm³, prevenindo, assim, a murchidão das folhas provocadas pela intensidade luminosa e pelo déficit hídrico. No entanto, de acordo com estes autores, quando as plantas foram instaladas em vasos com volumes compreendidos entre 140 e 150 cm³, o número de gomos foi inferior, a massa seca das raízes também diminuiu, tal como o número de folhas, ocorrendo inibição da floração, quando comparadas em vasos com volumes compreendidos entre 260 e 320 cm³ (Yeh and Chiang, 2001).

O substrato deve apresentar uma mistura de materiais, por exemplo: turfa sphagnum (60% vol.), fibra de coco (30% vol.) e perlite (10% vol.). A nível de propriedades físicas deverá apresentar uma boa retenção de água e um arejamento adequado (Bañón S., 2019).

1.6. Poda

A poda da hidrângea é efetuada durante o repouso vegetativo das plantas, após a queda das folhas, podendo conduzir-se as plantas de diferentes modos, com o intuito de se produzirem flores em madeira nova ou madeira velha. As flores de madeira nova são normalmente rebentos mais junto ao solo e dão muitas flores, mas de pequeno tamanho, ficando a planta mais baixa (típico para vasos e mais comum para venda de vasos ornamentais). As flores produzidas em madeira velha possuirão uma haste mais alta, deixando ficar apenas os gomos que se pretende e retirando os restantes de forma a não consumirem energia.

Na poda, a condução deve ser realizada de igual modo em todas as plantas na mesma linha de rega, de forma a garantir igual índice de área foliar o que facilitará a rega, pois todas irão ter uma evapotranspiração semelhante, não existindo plantas com mais stress hídrico e outras com água a mais.

1.7. Problemas fitossanitários

Na hidrângea, no que diz respeito aos problemas fitossanitários, verifica-se perda económica devido, sobretudo, às seguintes pragas: tripes, ácaros, lesmas e caracóis, assim como a doenças como oídio, podridões e vírus. Os vírus que afetam outras plantas, como a cerejeira por exemplo, também podem afetar a hidrângea. O Quadro 1 apresenta uma lista de todos os agentes de problemas fitossanitários em hidrângea.

Quadro 1 - Agentes de problemas fitossanitários em hidrângea.

Agente	Nome científico
Insetos	<i>Aphis gossypii</i> ; <i>Myzus circumflexus</i> , <i>M. persicae</i> ; <i>Poecilocapsis lineatus</i> ; <i>Exartma ferriferaum</i> <i>Udea rubigalis</i> <i>Macroductylus sunspinosus</i> <i>Lepidosaphes ulmi</i> <i>Pulvinaria species</i> <i>Lygus lineolaris</i> <i>Hercinotrips femoralis</i> <i>Bemisia tabaci</i> <i>Trialeurodes vaporariorum</i>
Ácaros	<i>Tetranychus urticae</i>
Lemas e caracóis	<i>Deroceras reficuatum</i> , <i>Limax species</i> , <i>Helix species</i>
Bactérias	<i>Pseudomonas solonacearum</i> <i>Xanthomonas campestris</i>
Fungos	<i>Pucciniastrum hyangeae</i> <i>Botrytis cinerea</i> <i>Ascochyta cassicola</i> <i>Alternaria spp.</i> <i>Cercospora hydrangeae</i> <i>Corynespora cassicola</i> <i>Phyllosticta hydrangeae</i> <i>Septoria hydrangeae</i> <i>Erysiphe polygoni</i> <i>Armillaria species</i> <i>Polyporus species</i> <i>Rhizoctonia species</i> <i>Sclerotium species</i> <i>Pucciniastrum hydrangeae</i>
Nemátodes	<i>Aphelenchoides species</i> <i>Pratylenchus species</i> <i>Meloidogyne incognita</i> <i>M. hapla</i> <i>Ditylenchus dipsaci</i>
Vírus	Vírus do mosaico da hidrângea (HdMV) Vírus da mancha anelar da hidrângea (HESV) Vírus do mosaico das Cucurbitáceas (CMV) Vírus da mancha anelar do tabaco (TRSV) Vírus do enrolamento da cerejeira (CLRV) Vírus do bronzeamento do tomateiro (TSWV) Vírus da mancha anelar do tomate (ToRSV) Vírus do mosaico da alfalfa (AMV)
Fitoplasmas	Virescência da hidrângea

Adaptado de Bailley (1992), Li et al. (2018) e Yoshida et al. (2008).

1.8. Objetivo do trabalho

A experiência teve como objetivo determinar qual o impacto do azoto, fósforo e calcário, ao nível do crescimento e desenvolvimento das plantas, nos parâmetros que são avaliados em leilão de flores de corte, que determinam se o produto tem os requisitos para ser vendido e o seu respetivo preço. Entre os parâmetros de qualidade da planta estão incluídos: altura da haste, diâmetro da flor, tamanho e número de folhas, diâmetro do caule da haste e cor, sendo a altura e o peso da planta os fatores que mais influenciam o seu valor.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização do local da experiência

A experiência foi conduzida numa empresa familiar, situada na freguesia da Várzea, no concelho de Barcelos, localizada a 41° 30' 55'' N e 8° 35' 1'' W. Esta empresa familiar iniciou a sua atividade no ano 2000 com apenas um trabalhador, inicialmente com uma área de floricultura, dedicada à produção de crisântemos (visto esta flor ter uma enorme importância na cultura portuguesa, especialmente no dia 1 de novembro: dia de todos os santos, onde se colocam flores, nas campas dos cemitérios). Ao longo de duas décadas, a exploração aumentou até atingir um total de meio hectare coberto em diferentes estufas e mais 6000 m² em área ao ar livre. Ao longo deste tempo foram realizados diversos investimentos, encontrando-se a trabalhar, neste momento, 4 membros da família na empresa. Atualmente, a empresa encontra-se em expansão, estando a produzir culturas novas através de novos parceiros, de forma a garantir uma certa inovação na oferta, fator fundamental neste setor, tendo culturas perenes como cravo, gerbera, rosas, limónio, e sazonais como girassóis, brássicas, crisântemo, entre outras.

O clima da freguesia da Várzea é caracterizado como mediterrâneo com influência marítima. A temperatura média que se verifica ao longo do ano varia entre 10 e 20 °C. As temperaturas mais extremas encontram-se entre valores negativos (durante os meses de novembro a março) e valores acima dos 30 °C (de junho a setembro) (IPMA, 2020).

A exploração tem várias zonas, zona mais a sul com a cor verde na figura 4 que apresenta a zona dedicada à produção de hidrângea. Nesta zona instalou-se uma um abrigo alto com rede de sombra com uma malha de 40% de sombreamento (Figura 5), de forma a garantir que a hidrângea tivesse as condições adequadas para a produção de flor de corte, quer pela redução da intensidade solar (reduzindo queimaduras nas flores), quer pela redução da temperatura evitando stress hídrico. Os vasos ficaram orientados em filas em cima de camalhões que os elevou do solo, com um geotêxtil por baixo dos mesmos, para controlar as infestantes e evitar a erosão do solo, como se verifica na figura 5, ficando orientados de leste para oeste, acompanhando o declive do terreno para garantir o escoamento da água e consequentemente evitar o surgimento de problemas fitossanitários.



Figura 4 - Mapa da exploração com georreferenciação aérea à escala 1:1000.



Figura 5 - Local da experiência, com os vasos por baixo da rede de sombra.

2.2. Delineamento experimental

A experiência realizou-se com um delineamento experimental de blocos causalizados com cinco blocos e 36 tratamentos resultantes da estrutura fatorial de três fatores que incluíram 4 níveis de adubação azotada, 3 níveis de adubação fosfatada e 3 níveis de calagem (Quadro 2).

Considerando que o hectare de solo à profundidade de 0,2 m tem 2000 m³, e que o vaso tem 10 L, o hectare de solo tem uma capacidade equivalente a 200 000 vasos, logo, a aplicação de 100 kg de N ha⁻¹ corresponderia a 0,5 g de N por vaso / planta. No entanto, considerando que a densidade

de plantação desta cultura no campo seria de 20 000 plantas, a aplicação de 100 kg de N ha⁻¹ corresponderia a 5 g de N por planta. Nesta experiência, utilizaram-se como níveis de N as doses de 0, 2, 4 e 6 g por vaso, como níveis de P as doses de 0, 1 e 2 g por vaso e como níveis de calcário as doses de 0, 20 e 40 g por vaso (Quadro 2).

Quadro 2 - Siglas dos diferentes tratamentos experimentais.

Tratamentos			
N1P1C1	N2P1C1	N3P1C1	N4P1C1
N1P1C2	N2P1C2	N3P1C2	N4P1C2
N1P1C3	N2P1C3	N3P1C3	N4P1C3
N1P2C1	N2P2C1	N3P2C1	N4P2C1
N1P2C2	N2P2C2	N3P2C2	N4P2C2
N1P2C3	N2P2C3	N3P2C3	N4P2C3
N1P3C1	N2P3C1	N3P3C1	N4P3C1
N1P3C2	N2P3C2	N3P3C2	N4P3C2
N1P3C3	N2P3C3	N3P3C3	N4P3C3

N = azoto; P = fósforo; C = calcário.

N1 = 0 g de N; N2 = 2 g de N; N3 = 4 g de N; N4 = 6 g de N.

P1 = 0 g de P; P2 = 1 g de P; P2 = 2 g de P.

C1 = 0 g de CaCO₃; C2 = 20 g de CaCO₃; C3 = 40 g de CaCO₃.

2.3. Instalação da experiência de hidrângea

2.3.1 Seleção e preparação das plantas para a experiência

De forma a minimizar o erro padrão da experiência, para que a variação dos resultados refletisse sobretudo as variações com a calagem e as fertilizações azotada e fosfatada, multiplicaram-se 250 plantas por estacaria, de modo a garantir que a variabilidade genética não tivesse grande influência nos resultados experimentais.

Na seleção do material vegetativo, foi utilizada uma cultivar sem direito, de cor azul, que foi plantada em 2010, numa empresa colaboradora. A planta mãe, apresenta flores com calibres superiores aos 20 cm de diâmetro, atingido 2 metros de altura como se observa na figura 6 (esquerda). As plantas apresentam um calibre de haste suficientemente grande para sustentar o peso das flores, sendo a cor das sépalas um azul-claro com muita procura no mercado nacional (figura 6, direita), e com o uso de conservante, consegue-se atingir uma vida em jarra de 10 a 12 dias, sem nenhuma evidência de envelhecimento ou murchidão.



Figura 6-Planta mãe (esquerda), planta multiplicada por estaca em produção (direita)

O processo de multiplicação das plantas encontra-se descrito na figura 7 na qual as plantas foram multiplicadas no ano anterior (2019) a partir de uma planta mãe para vasos de 3 litros, com substrato próprio, obtendo-se 73 plantas. Desta forma, garantiu-se que os resultados foram obtidos através da variação dos fertilizantes e não de diferenças genéticas entre os diferentes vasos. De forma a garantir que as plantas fossem todas semelhantes no início da experiência, em novembro de 2020, foram multiplicadas novamente 250 plantas em vasos de 3 litros com recurso ao material vegetal das 73 plantas obtidas no ano anterior. Em 2021 selecionou-se 180 plantas com índice de área foliar semelhante (tamanho igual, rejeitando plantas pequenas ou que apresentassem deformações) para uma vez mais garantir a homogeneidade dos blocos onde as plantas foram envasadas em 10 L com adubação de fósforo e calcário, sendo estes adubos pesados e misturados no substrato por vaso (Figura 7).

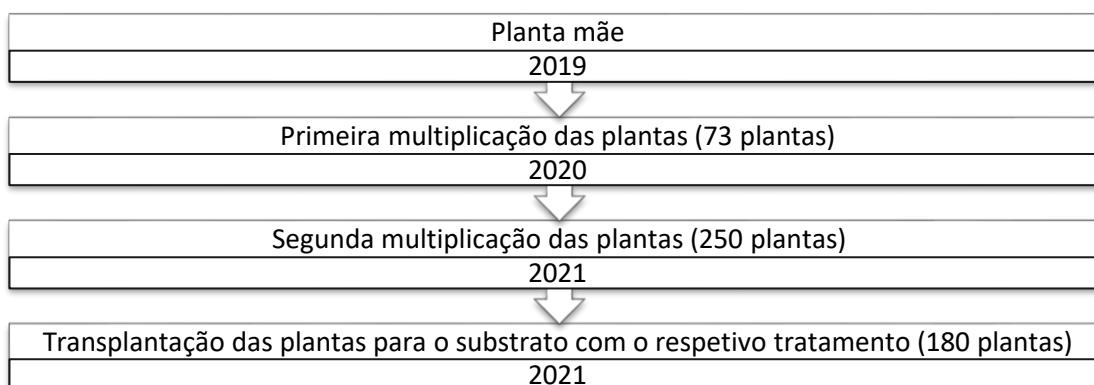


Figura 7 – Esquema do processo de multiplicação das hidrângeas.



Figura 8 - Da esquerda para direita: plantas multiplicadas no ano anterior, material vegetativo, estacas para a multiplicação por estacaria, vasos de 3 litros com as respectivas estacas.

O substrato em que as plantas foram multiplicadas, de nome comercial “Hawita Spezial substrate”, é da marca Hawita e apresenta-se no mercado como sendo específico para a hidrângea azul. Este substrato é composto por turfa, com uma granulometria de 5 a 25 mm, possui um valor de pH (em cloreto de cálcio) de 4 a 4,5, uma salinidade de 0,4 a 1,5 (g KCl), um teor de azoto mineral de 50 a 300 mg / L, um teor de potássio (K_2O) de 80 a 400 mg / L, e um teor de matéria orgânica superior a 97 %. Como referido por Brito e Mourão (2012) a hidrângea é exigente em quantidade de salinidade com valores entre 2 e 3 g KCl l^{-1} no substrato. Esta diferença entre os valores de salinidade pode dever-se ao facto da hidrângea, quando envasada, ser fertirregada o que, com o tempo, tende a aumentar este valor.

A estacaria foi realizada no dia 13 novembro de 2020 em estacas de caules, com dois gomos, utilizando-se o material de estacas da parte superior da planta, de forma a evitar ramos contaminados pelo substrato. Estas podas estiveram no substrato e foram regadas de forma a garantir as condições ideais de humidade no solo para o sucesso da multiplicação.

Em novembro de 2019, existiram as condições climáticas mais apropriadas para, através do material retirado (podas), proceder-se à estacaria. Esta é uma operação que apresenta mais taxa de sucesso quando é realizada a temperaturas inferiores a 22 °C, pois desta forma reduz-se excesso de desidratação nas podas. Em caso de temperaturas superiores deve ser usado o sistema de aspersão fina também conhecido como sistema de nebulização intermitente, e deve recorrer-se a rede de sombreamento, para evitar um aumento de stress hídrico durante a propagação. Contudo, a maior dificuldade nesta altura do ano deve-se às temperaturas demasiado baixas, que também apresentam impactos negativos nas estacas (dificultam o enraizamento), desta forma, aumentou-se os valores das temperaturas demasiado baixas e efetuou-se o enraizamento realizado no interior das estufas.

Até à transplantação para os vasos de 10 L, as plantas foram regadas diariamente, de modo a garantir um melhor resultado na sua propagação. Estas ficaram na estufa de forma a acelerar o crescimento através de uma temperatura mais elevada durante este período, compreendido entre novembro e janeiro, em que a temperatura ambiente varia de 5 °C a 25 °C, podendo mesmo dentro da estufa atingir temperaturas perto de 0 °C (para evitar danos provocados por geadas) foi posto uma tela térmica, de modo a proteger as plantas.

Com a colocação das plantas na estufa pretendeu-se não só forçar o seu enraizamento, de forma a conseguir reduzir o tempo de multiplicação das mesmas e entrar em produção mais cedo, como também protegê-las das condições adversas como chuva e granizo. Aos 24 dias após se ter feito a

multiplicação por estacaria já tinham aparecido os primórdios de algumas raízes a crescerem no caule (Figura 9).



Figura 9 - Formação de raízes no caule 24 dias após a estacaria.

Durante o mês de janeiro surgiram algumas infestantes que foram removidas, que provinham das sementes que são transportadas pelo ar, e têm que ser removidas para não competir com as hidrângeas quer por água quer por nutrientes ou radiação. Considerando que as estacas foram submetidas a forçagem, as regas foram realizadas diariamente de forma que o substrato tivesse sempre água disponível para a planta, que por ter um sistema radicular jovem, sofre muito com o stress hídrico. Não foi possível transplantar as hortênsias para os vasos de 10 L antes de abril de 2021, devido às baixas temperaturas que se fizeram sentir, chegando-se a atingir dentro das estufas temperaturas de -4°C , o que obrigou a atrasar a transplantação, efetuando a mesma entre os dias 6 e 8 de abril 2021. As plantas envasadas foram podadas de forma a deixar ficar 5 gomos.

2.3.2. Preparação do substrato e adição dos fertilizantes

Para a transplantação das plantas teste, selecionaram-se 180 plantas (contendo uma estaca por vaso) para os vasos da experiência com uma estaca enraizada, com 5 gomos, com dois a caules por planta, rejeitando as que possuíam um tamanho menor ou que não foram bem-sucedidos no enraizamento, de forma a ter as plantas o mais homogêneas possível, no início da experiência. Os fertilizantes foram adicionados ao substrato individualmente, para cada vaso, pesando os adubos, uma balança digital, em gramas com precisão até ao centígrama (Figura 10). Os adubos aplicados apresentam-se no Quadro 3.



Figura 10 - Pesagem de adubos para a transplantação.

Quadro 3 – Características dos adubos utilizados na experiência.

Superfosfato de Cálcio 18%	Biocal Composto	Adubo CE
Fósforo (18% P ₂ O ₅)	Carbonato de cálcio (CaCO ₃) – 71,7 %	Azoto total 34,50 %
Cálcio (10 % CaO)	Carbonato de magnésio (MgCO ₃) – 14,8 %	N-Nítrico 16,90 %
Enxofre (27 % SO ₃)	Óxido de magnésio (MgO) – 7,9 %	N-Amoniacal 17,60 %
	Valor neutralizante – 100 (equivalente em CaCO ₃)	

Na transplantação apenas foram aplicados calcário e fósforo, através do corretivo biocal composto e do fertilizante superfosfato de cálcio com 18% de P₂O₅. O azoto foi fracionado por duas vezes de forma a evitar excesso de salinidade no substrato e assim garantir que as raízes da planta não morressem porque a hidrângea diminui a sua capacidade de desenvolvimento acima 3 dS m⁻¹ de CE, e também, para garantir que o azoto aplicado fosse absorvido pela planta e não lixiviado, devido à precipitação, já que os vasos se encontravam ao ar livre. Por isso, foi colocado um prato por baixo de cada vaso para, ao longo da experiência, se repor a água no vaso, e assim, não se perder água das regas nem fertilizantes.

As regas foram realizadas diariamente com um sistema de rega com gotejadores gota-a-gota de 8 L/h de débito por gotejador (que possui um conjunto hidropónico de 4 agulhas sendo 2 para cada vaso), com programador eletrónico, durante 50 minutos por dia (10 minutos 5 vezes ao dia), às seguintes horas: 7h00, 8h00, 10h00, 17h30 e 19h00. Como a experiência foi realizada por baixo de uma tela de sombra a 40%, a precipitação também regou os vasos naturalmente. A primeira dose de azoto foi aplicada no dia 3 de junho de 2021, e a segunda a 17 de junho de 2021 (esta não

foi antecipada devido à forte precipitação ocorrida em abril e maio, o que lixiviaria o azoto aplicado).

2.4. Análises laboratoriais do substrato

2.4.1. Determinação do pH e condutividade elétrica

O pH (H₂O) foi determinado em amostras frescas por extração em água destilada na proporção de 1 volume de amostra para 5 volumes de água, e a sua leitura foi feita sobre a suspensão com um potenciómetro e um elétrodo combinado para pH após estabilizar durante 2 horas (Multi-parameter Analyser C3020, Consort).

Da mesma forma a CE do extrato de solo foi determinada em amostras frescas por extração em água destilada na proporção de 1 volume de amostra para 5 volumes de água. A CE foi medida utilizando um condutivímetro (Multi-parameter Analyser C3020, Consort) depois de filtrar com filtro VWR nº 413.

2.4.2. Determinação do teor total de P

Pesaram-se aproximadamente 0,2 g de substrato colocados num tubo de ensaio recorrendo a uma balança de precisão e registaram-se os pesos exatos das amostras para posterior cálculo de P. De seguida, com o auxílio de uma pipeta adicionaram-se 4 ml de ácido sulfúrico. Posteriormente adicionaram-se 3 ml de peróxido de hidrogénio gradualmente. Colocaram-se os tubos de ensaio numa placa de digestão programada para 120 °C durante 60 minutos e 320 °C durante 180 minutos. Depois de a mistura ter arrefecido acertou-se o volume com água desionizada até aos 50 ml. A mistura foi filtrada para frascos de polietileno e foi determinado o teor total de P no espectrofotómetro de UV visíveis (UV visible espectro, Thermo Scientific).

2.4.3. Determinação de azoto total (Método Kjeldahl)

Foram pesadas 0,5 g de amostra nos tubos para digestão kjedahl. De seguida adicionaram-se 15 ml de ácido sulfúrico e uma pastilha catalisadora. Colocaram-se os tubos numa placa de digestão programada para 135 °C durante 90 minutos, 155°C durante 90 minutos, 220 °C durante 60 minutos e 400 °C durante 40 minutos. Depois de a mistura ter arrefecido os tubos para digestão kjedahl foram colocados no destilador (VELP UDK 139, Scientifica) juntamente com um vaso Erlenmeyer contendo 20 ml de ácido bórico a 4%. Após a destilação, foi realizada a titulação com ácido clorídrico 0,1M (Titroline 5000), e determinado o teor de N (%) através da fórmula:

Teor de N (%) = (Ácido clorídrico (ml) x 0,014 x100) / peso da amostra

2.4.4. Resultados das análises laboratoriais do substrato

As análises feitas ao substrato indicaram que este apresenta um valor de pH de $4,05 \pm 0,09$ medido em água; a CE é de $1,8 \text{ dSm}^{-1} \pm 0,15$ (medido com um condutivímetro); um teor médio de azoto de $0,86 \text{ g kg}^{-1} \pm 0,01$ (medido através do método kjedahl) e um teor médio de fósforo de $1,06 \text{ g kg}^{-1} \pm 0,05$ (medido com recurso a um espectrofotómetro de UV visíveis).

2.5. Avaliação das características das plantas

As características das plantas foram avaliadas no período de maio a julho de 2021 e incluíram a altura e o diâmetro da planta, as dimensões e o número de folhas adultas, o diâmetro do caule e a cor da flor. As medições foram realizadas com recurso a uma régua e um paquímetro, sendo o milímetro a escala mínima nestes utensílios.

As características das plantas foram medidas do seguinte modo:

- A. Altura da planta, medido com recurso a régua desde a base do vaso até ao ponto mais alto da planta podendo acabar em folha ou flor;
- B. Diâmetro da planta, medido com a régua a tentar medir de uma ponta da extremidade da planta até à outra;
- C. Dimensões das folhas adultas, medido com a régua na primeira folha logo após à que se situa abaixo da flor;
- D. Diâmetro do caule, medido com o paquímetro entre a primeira folha a seguir da flor e a segunda;
- E. Cor da flor, parâmetro qualitativo.
- F. Número de folhas, contagem de todas as folhas (adultas e jovens).

A avaliação das plantas foi realizada em 10 momentos, entre 14 de abril de 2021 e 3 de julho de 2021 (Quadro 4).

Quadro 4 - Momentos de avaliação da experiência.

Dia após envasamento	7	17	24	41	48	55	62	76	80	87
Data (2020)	14/04	24/04	1/05	18/05	25/5	1/06	8/06	22/06	26/06	3/07

Para este ciclo produtivo, foram feitas análises de variância de modo a avaliar o impacto do azoto, fósforo e calcário com auxílio do software SPSS da IBM, para os parâmetros avaliados para os dias 80 e 87, visto ser quando a planta apresenta o maior crescimento e desenvolvimento, e já se encontra na fase de floração, com a diferenciação da cor. As folhas, por sua vez, foram avaliadas entre os dias 55 a 87.

Durante a avaliação foram efetuadas limpezas de infestantes, controlo da rega com a avaliação da quantidade de água com o tensímetro numa planta aleatória em cada bloco, sendo aumentado o tempo de rega sempre que apresentava valores acima de 15 KPa e diminuída sempre que os valores se encontravam abaixo de 5 KPa. O intervalo de valores aconselhado (entre 5 e 15 KPa) garante uma boa disponibilidade de água no substrato de forma a não limitar o desenvolvimento e o crescimento das hidrângeas, pois é referido por Brito e Mourão (2012) que a água facilmente disponível corresponde a 5 kPa e a água de reserva a 10 kPa, como valores de referência para os substratos. Nos vasos de 10L e tendo estes pratos de retenção de água, é importante também garantir o arejamento visto que a drenagem não ocorre em condições normais.

A variação da quantidade de água foi condicionada pelos dias com muita chuva, contrastando com dias com temperaturas altas e secas, proporcionando o aparecimento de doenças como oídio, sendo esta agravada pela falta de luz proporcionada pela rede de sombra de 40%. Desta forma foram realizados tratamentos preventivos de 10 em 10 dias com enxofre intercalando com

produtos com diferentes modos de ação entre eles, tais como, boscalide, cresoxime-metilo; fluopirame e tebuconazol, tebuconazol, trifloxistrobina e azoxistrobina. Com este regime de tratamento não se observou o aparecimento de problemas fitossanitários e também não foram detetados problemas ao nível de pragas com exceção a caracóis e lesmas na qual foram usadas iscas para controlar a situação.

3. RESULTADOS

3.1. Evolução da altura das plantas com diferentes doses de azoto

Aparentemente, para o conjunto de todos os tratamentos, a altura das plantas no dia 87 foi superior com 2 e 4 g de N em comparação com 0 ou 6 g de N (Figura 11 a). No entanto, esta diferença não foi significativa (Quadro 5). De igual modo, apesar do melhor resultado parecer ter ocorrido com a aplicação de 1 g de P e 6 g de N (Figura 11 c), não se verificou qualquer diferença significativa na altura das plantas entre tratamentos, no dia 80 ou no dia 87 (Quadros 5 e 6).

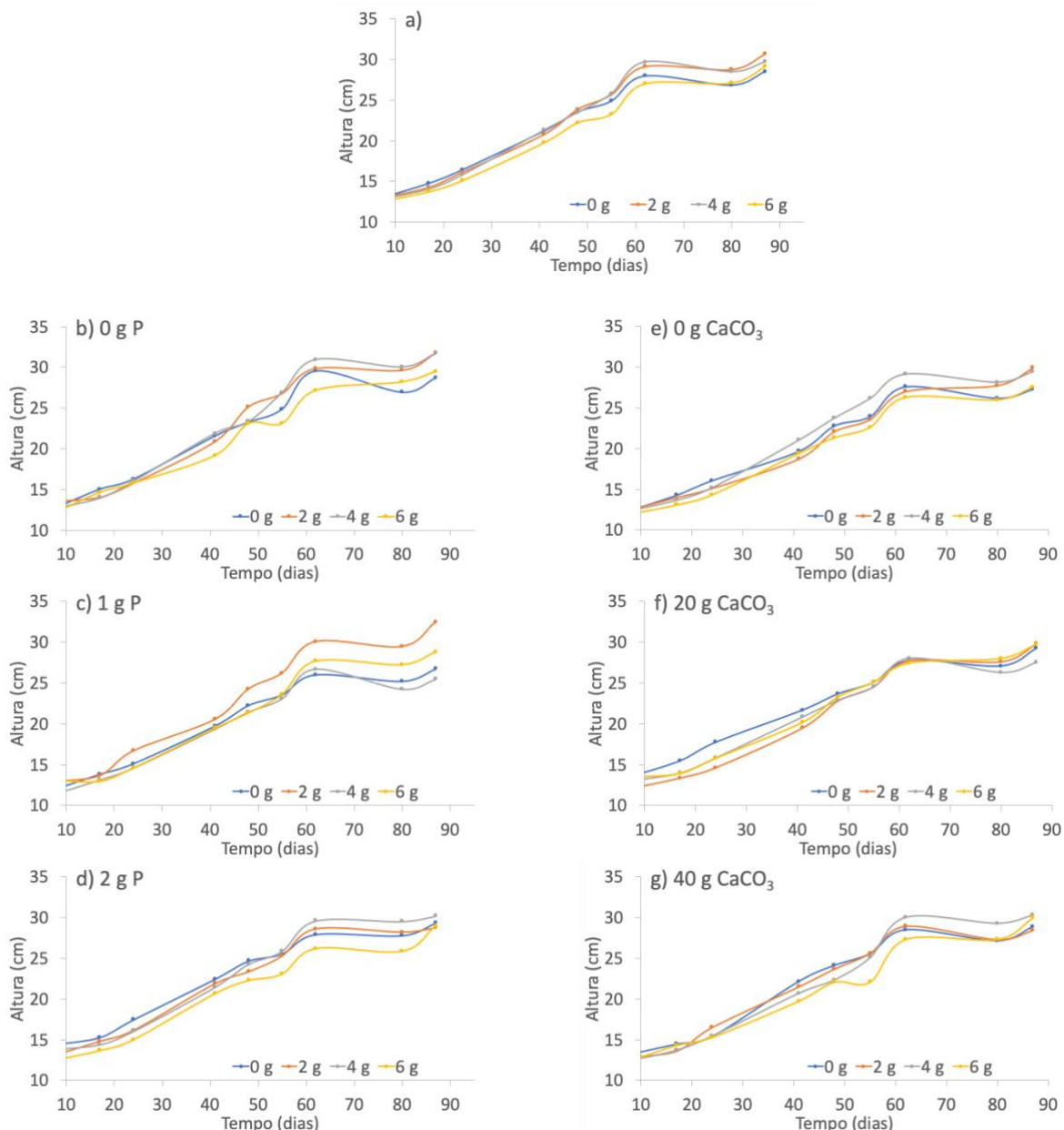


Figura 11 – Evolução da altura das plantas com aplicação de diferentes doses de azoto (0, 2, 4 e 6 g / planta): a) para o conjunto de todos os tratamentos; e para o conjunto dos tratamentos com aplicação de b) 0 g de P; c) 1 g de P; d) 2 g de P; e) 0 g de CaCO₃; f) 20 g de CaCO₃; g) 40 g de CaCO₃.

3.2. Evolução da altura das plantas com diferentes doses de fósforo

A altura das plantas praticamente não variou com as diferentes doses de fósforo para o conjunto de todos os tratamentos (Figura 12 a). No entanto, verificou-se uma interação de 1ª ordem entre o fósforo e o calcário ($P < 0,05$) no dia 80 (Quadro 5). Provavelmente, porque quando não se aplicou calcário a altura das plantas foi inferior sem aplicação de P em comparação com a aplicação de 1 g de P (Figura 12 b), mas o mesmo já não se verificou quando existiu aplicação de calcário (Figura 12 c e d).

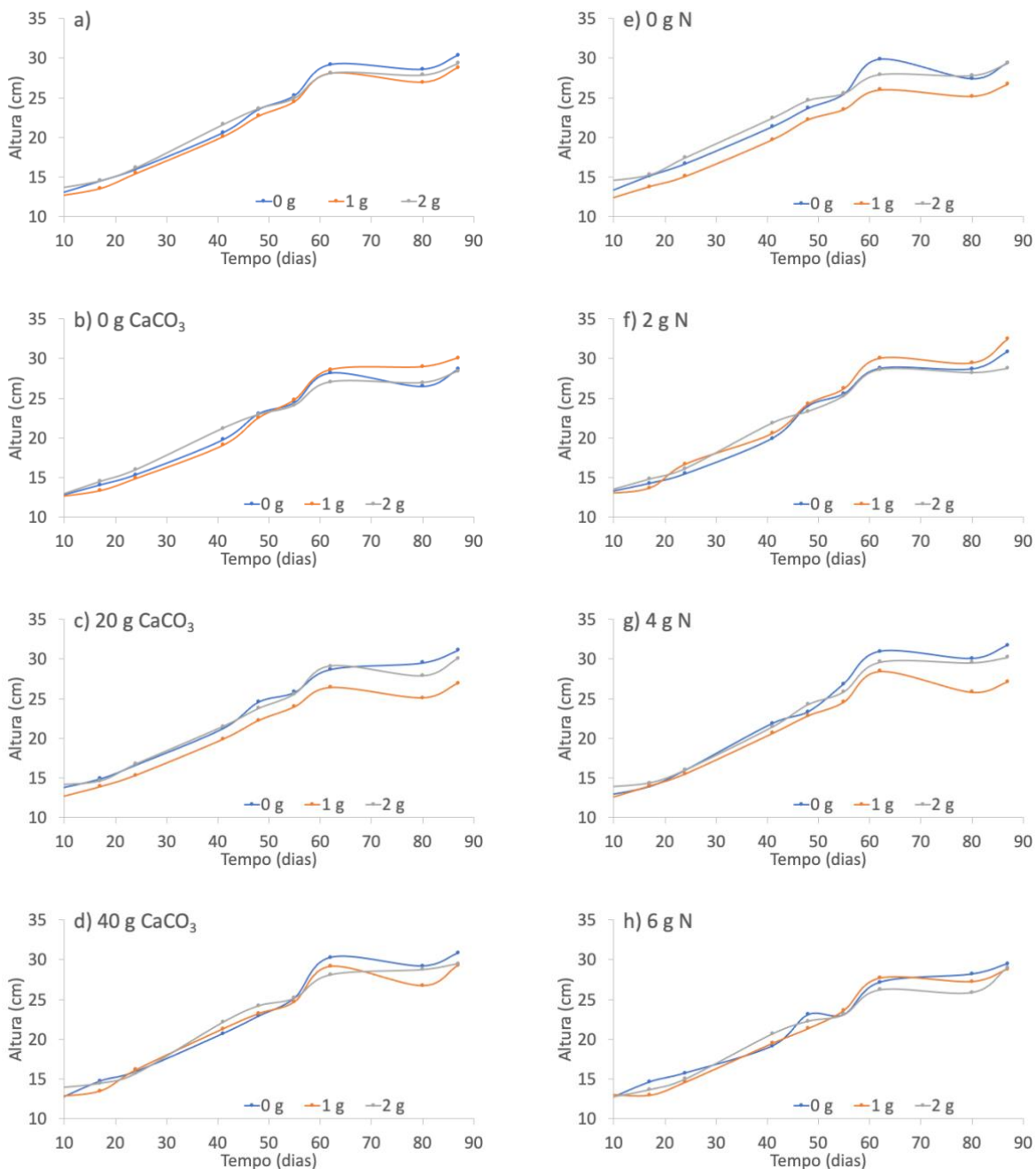


Figura 12 – Evolução da altura das plantas com aplicação de diferentes doses de fósforo (0, 1, 2 g / planta): a) para o conjunto de todos os tratamentos; e para o conjunto dos tratamentos com aplicação por planta/vaso de b) 0 g de CaCO₃; c) 20 g de CaCO₃; d) 40 g de CaCO₃; e) 0 g de N; f) 2 g de N; g) 4 g de N; h) 6 g de N.

3.3. Evolução da altura das plantas com diferentes doses de calcário

A altura das plantas aparentemente variou com as diferentes doses de calcário para o conjunto de todos os tratamentos (Figura 13 a). No entanto, sem diferenças significativas entre tratamentos. Verificou-se uma interação de 1ª ordem entre o fósforo e o calcário ($P < 0,05$) no dia 80 (Quadro 5) e um aumento da altura com a aplicação de tratamentos com 20 e 40 g de CaCO_3 (Figura 13 b - 13 h).

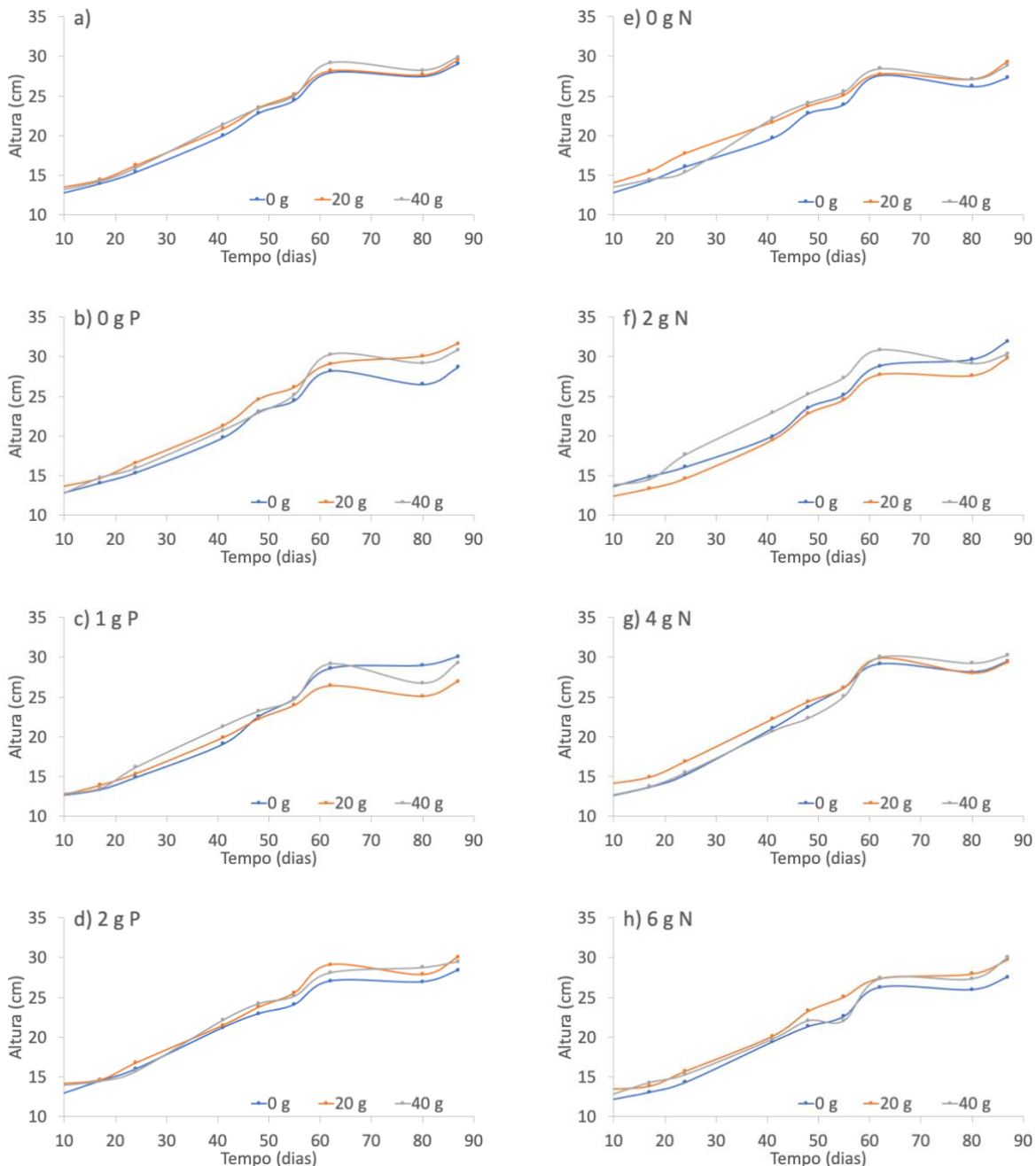


Figura 13 – Evolução da altura das plantas com aplicação de diferentes doses de calcário (0, 20, 40 g / planta): a) para o conjunto de todos os tratamentos; e para o conjunto dos tratamentos com aplicação por planta/vaso de b) 0 g de P; c) 1 g de P; d) 2 g de P; e) 0 g de N; f) 2 g de N; g) 4 g de N; h) 6 g de N.

3.4. Análise da altura das plantas com diferentes doses de fertilizantes

Com base na análise de variância da altura das plantas com diferentes doses de fertilizantes, para os dias 80 e 87 (Quadros 5 e 6), verifica-se que não existiram diferenças significativas na altura das plantas ($P > 0,05$) entre os diferentes níveis de qualquer dos fatores N, P ou CaCO_3 . No entanto, verificou-se uma interação de 1ª ordem entre o fósforo e o calcário ($P < 0,05$), no dia 80 (Quadro 5).

Quadro 5 - Anova de três fatores para a altura das plantas no dia 80.

Origem	GL	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F	P
Bloco	4	66,633	16,658	0,656	0,624
N	3	130,728	43,576	1,716	0,166
P	2	80,433	40,217	1,584	0,209
CaCO_3	2	17,908	8,954	0,353	0,703
N * P	6	188,722	31,454	1,239	0,290
P * CaCO_3	4	301,308	75,327	2,966	0,022 ^a
N * CaCO_3	6	68,947	11,491	0,453	0,842
N * P * CaCO_3	12	221,703	18,475	0,728	0,723
Erro	140	3555,167	25,394		
Total Corrigido	179	4631,550			

^a - Interação de 1ª ordem entre o fósforo e o calcário ($P < 0,05$)

Quadro 6 - Anova de três fatores para altura das plantas no dia 87.

Origem	GL	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F	P
Bloco	4	180,981	45,245	1,449	0,221
N	3	118,404	39,468	1,264	0,289
P	2	76,836	38,418	1,230	0,295
CaCO_3	2	20,669	10,335	0,331	0,719
N * P	6	265,442	44,240	1,417	0,212
P * CaCO_3	4	206,589	51,647	1,654	0,164
N * CaCO_3	6	110,342	18,390	0,589	0,739
N * P * CaCO_3	12	518,700	43,225	1,384	0,180
Erro	140	4372,219	31,230		
Total Corrigido	179	5870,182			

3.5. Evolução do diâmetro das plantas com diferente dose de azoto

A evolução do diâmetro das plantas com diferentes doses de azoto revelou que a planta cresceu mais com a aplicação de 2 e 4 g de N em comparação com a aplicação de 0 e 6 g de N (Figura 14). O melhor resultado correspondeu ao tratamento com 2 g de N e 0 g de P (Figura 14 b) com valores próximos dos 50 cm de diâmetro, e constatou-se a existência de uma interação de 2ª ordem entre o azoto, fósforo e calcário ($P < 0,05$) para os 80 e 87 (Quadros 7 e 8).

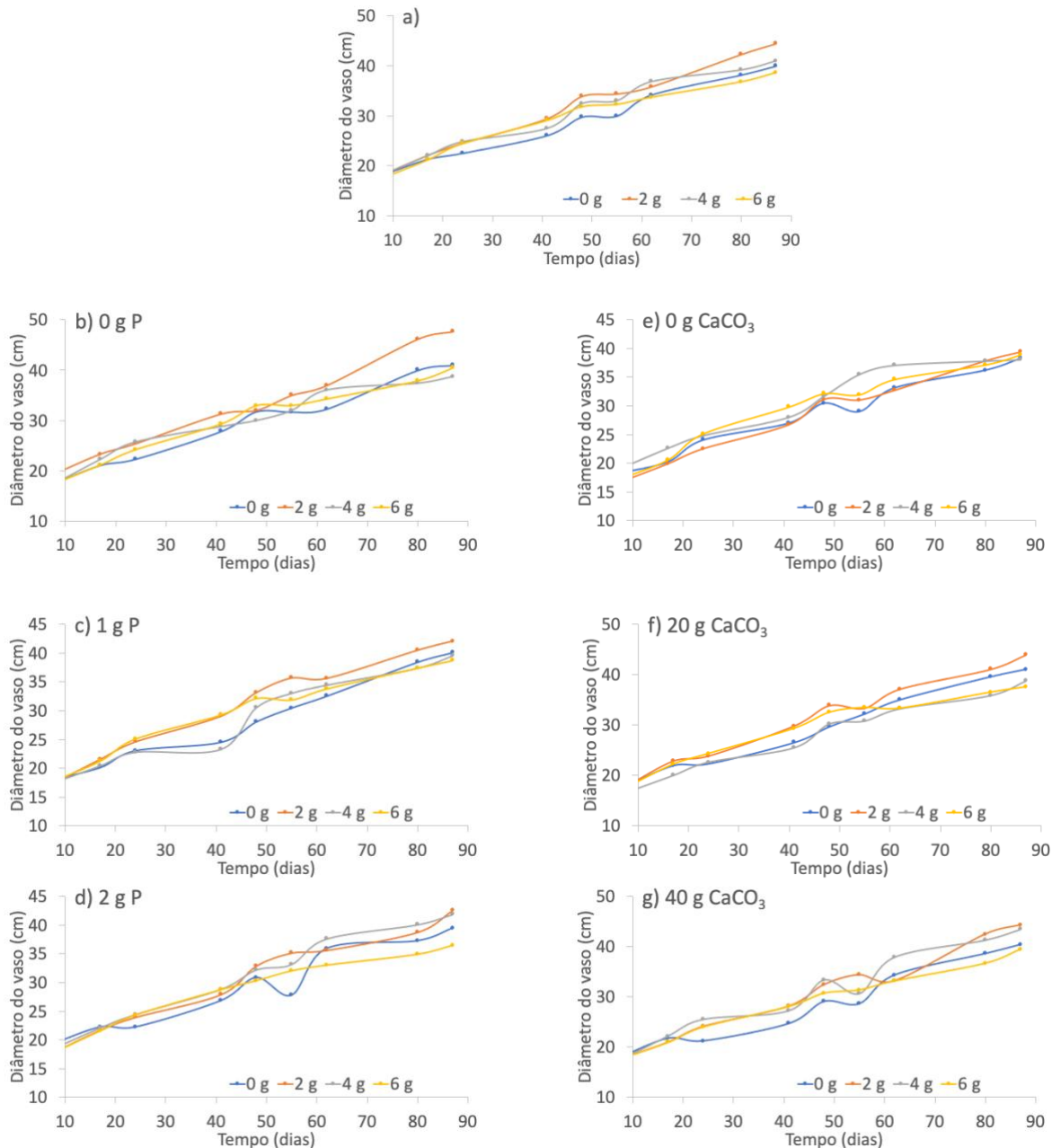


Figura 14 - Evolução do diâmetro das plantas com aplicação de diferentes doses de azoto (0, 2, 4 e 6 g / planta): a) para o conjunto de todos os tratamentos; e para o conjunto dos tratamentos com aplicação por planta/vaso de b) 0 g de P; c) 1 g de P; d) 2 g de P; e) 0 g de CaCO₃; f) 20 g de CaCO₃; g) 40 g de CaCO₃.

3.6. Evolução do diâmetro das plantas com diferentes doses de fósforo

O diâmetro das plantas aparenta ter um maior crescimento com doses menores de fósforo (Figura 15 a e f). No entanto, não existiram diferenças significativas ($P > 0,05$) no crescimento do diâmetro das plantas com as diferentes doses de fósforo. Verificou-se uma interação de 2ª ordem entre o azoto, fósforo e calcário nos dias 80 e 87 (Quadro 7 e 8).

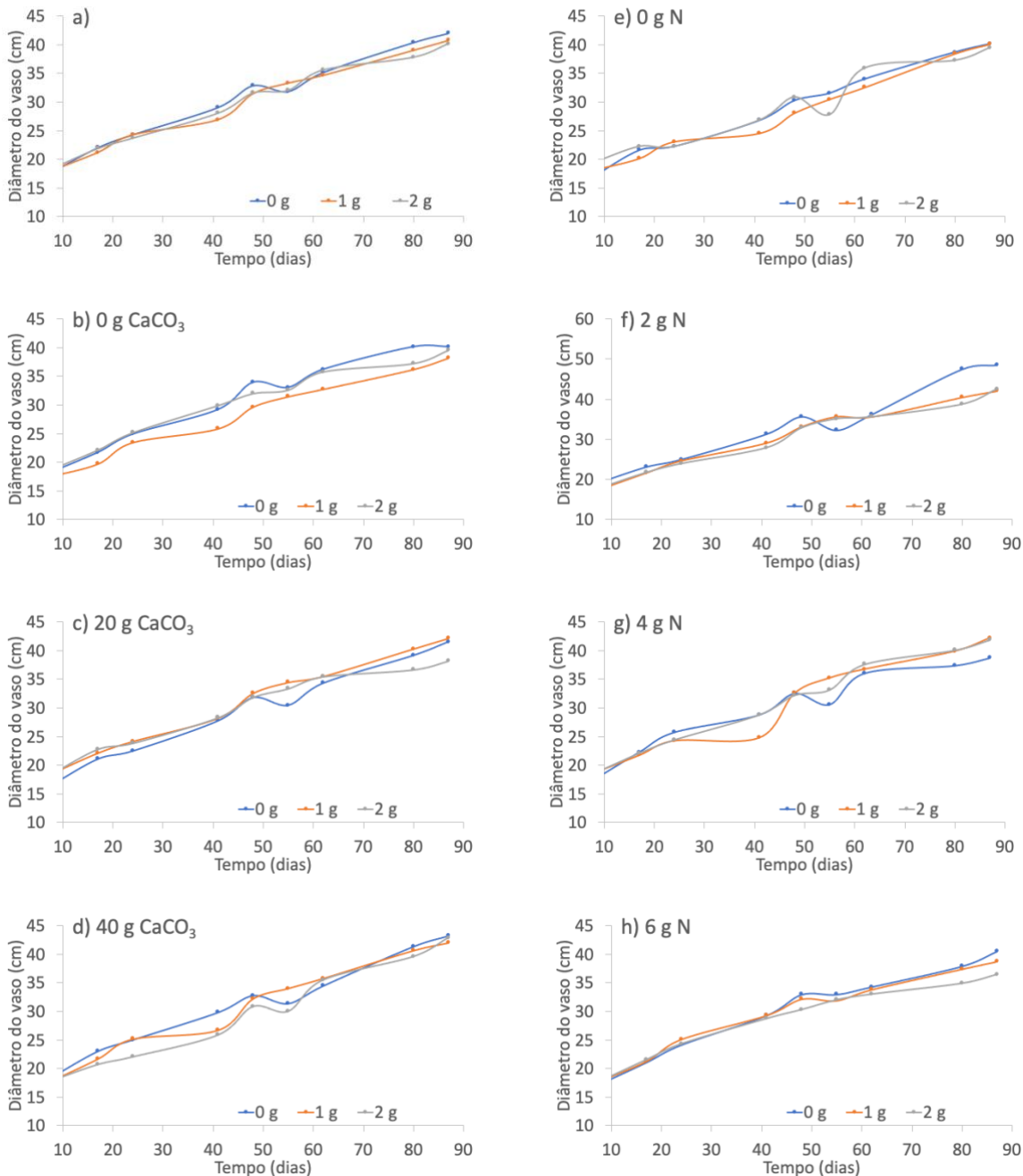


Figura 15 - Evolução do diâmetro das plantas com aplicação de diferentes doses de fósforo (0, 1, 2 g / planta): a) para o conjunto de todos os tratamentos; e para o conjunto dos tratamentos com aplicação por planta/vaso de b) 0 g de CaCO₃; c) 20 g de CaCO₃; d) 40 g de CaCO₃; e) 0 g de N; f) 2 g de N; g) 4 g de N; h) 6 g de N.

3.7. Evolução do diâmetro das plantas com diferentes doses de calcário

O diâmetro das plantas aparenta ser igual em todos os tratamentos com a aplicação de diferentes doses de CaCO_3 (Figura 16). Não se verificaram quaisquer diferenças significativas para os diferentes níveis dos fertilizantes, mas existiu uma interação de 2ª ordem entre o azoto, fósforo e calcário nos dias 80 e 87 (Quadros 7 e 8).

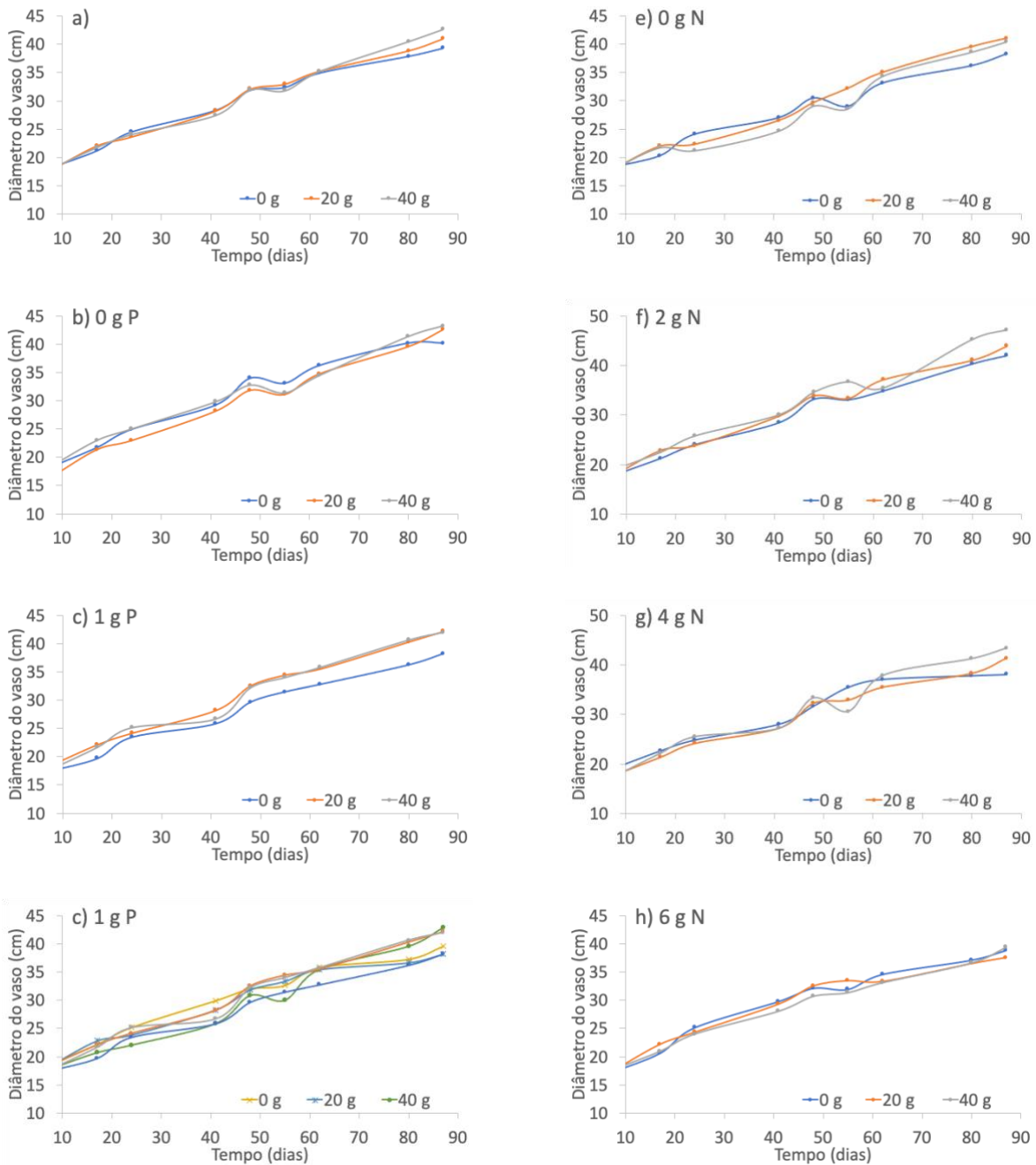


Figura 16 - Evolução do diâmetro das plantas com aplicação de diferentes doses de calcário (0, 20, 40 g / planta): a) para o conjunto de todos os tratamentos; e para o conjunto dos tratamentos com aplicação por planta/vaso de b) 0 g de P; c) 1 g de P; d) 2 g de P; e) 0 g de N; f) 2 g de N; g) 4 g de N; h) 6 g de N.

3.8. Análise do diâmetro das plantas com diferentes doses de fertilizantes

Com base na análise de variância do diâmetro das plantas com diferentes doses de fertilizantes, para os dias 80 e 87 (Quadros 7 e 8), verifica-se que não existem diferenças significativas para o conjunto de tratamentos ($P > 0,05$) entre os diferentes níveis dos fatores N, P ou CaCO_3 , mas existiu uma interação de 2ª ordem entre os 3 fatores estudados nestes dois dias ($P < 0,05$).

Quadro 7 - Anova de três fatores para o diâmetro da planta no dia 80.

Origem	GL	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F	P
Bloco	4	970,589	242,647	2,983	0,021
N	3	424,826	141,609	1,741	0,161
P	2	92,469	46,235	0,568	0,568
CaCO_3	2	236,303	118,151	1,452	0,238
N * P	6	159,653	26,609	0,327	0,922
P * CaCO_3	4	242,581	60,645	0,745	0,563
N * CaCO_3	6	72,286	12,048	0,148	0,989
N * P * CaCO_3	12	2357,497	196,458	2,415	0,007 ^a
Erro	140	11389,211	81,352		
Total Corrigido	179	15945,415			

^a - Interação de 2ª ordem entre os 3 fatores

Quadro 8 - Anova de três fatores para o diâmetro da planta no dia 87.

Origem	GL	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F	P
Bloco	4	1228,492	307,123	2,691	0,034
N	3	526,028	175,343	1,537	0,208
P	2	122,308	61,154	0,536	0,586
CaCO_3	2	348,558	174,279	1,527	0,221
N * P	6	438,047	73,008	0,640	0,698
P * CaCO_3	4	110,531	18,422	0,161	0,986
N * CaCO_3	6	170,208	42,552	0,373	0,828
N * P * CaCO_3	12	2743,969	228,664	2,004	0,028 ^a
Erro	140	15976,308	114,116		
Total Corrigido	179	21664,450			

^a - Interação de 2ª ordem entre os 3 fatores

3.9. Evolução do comprimento das folhas com diferentes doses de azoto

Para o conjunto de todos os tratamentos, o comprimento das folhas no dia 87 foi superior com a aplicação de 2, 4 ou 6 g de N em comparação com tratamentos de 0 g de N (Figura 17). No entanto esta diferença não foi significativa (Quadro 10).

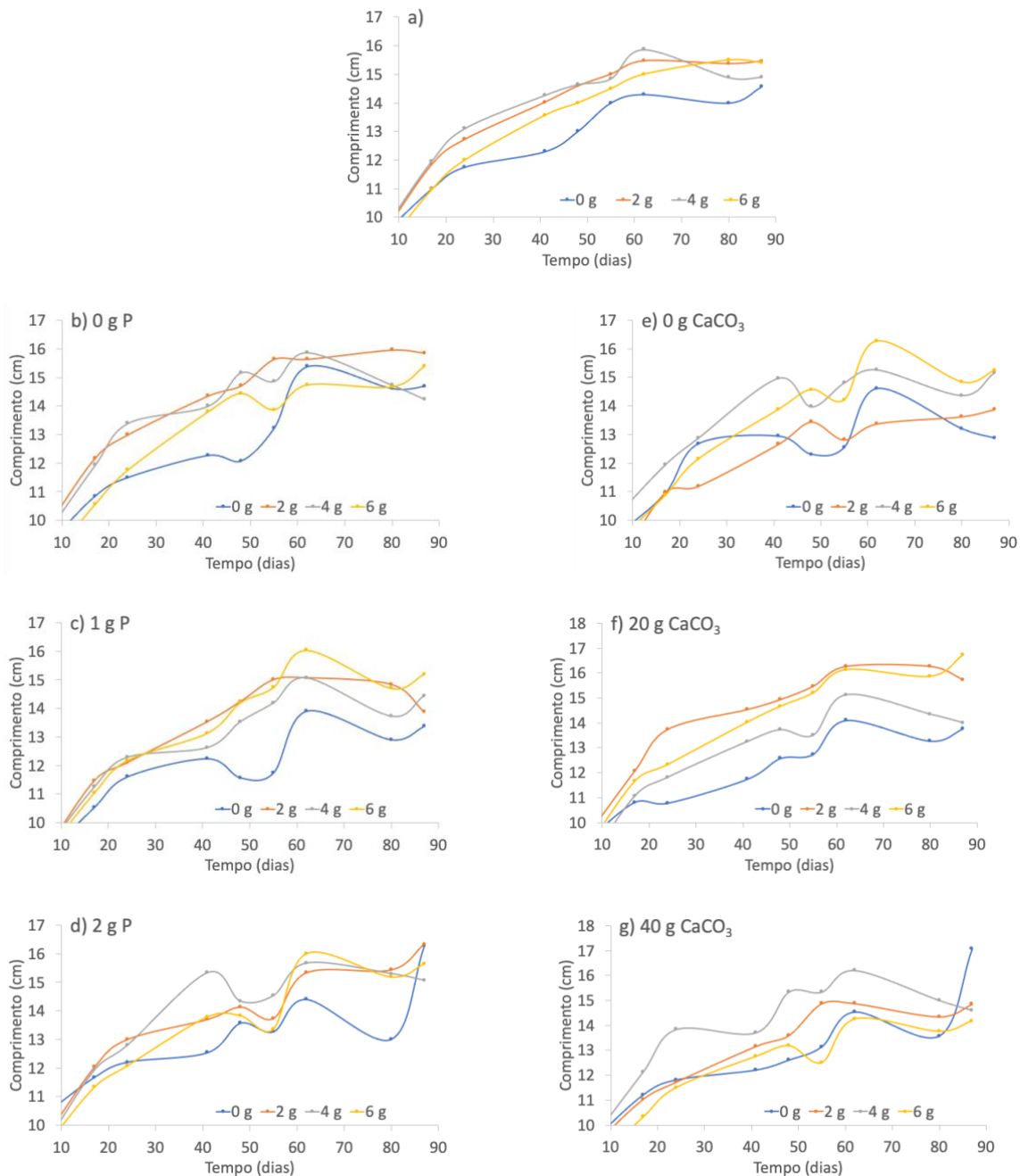


Figura 17 - Evolução do comprimento das folhas das plantas com aplicação de diferentes doses de azoto (0, 2, 4 e 6 g / planta): a) para o conjunto de todos os tratamentos; e para o conjunto dos tratamentos com aplicação por planta/vaso de b) 0 g de P; c) 1 g de P; d) 2 g de P; e) 0 g de CaCO₃; f) 20 g de CaCO₃; g) 40 g de CaCO₃.

3.10. Evolução do comprimento das folhas com diferentes doses de fósforo

O comprimento das folhas apresentou a maior dimensão quando não se aplicou fósforo em comparação com a aplicação de 1 g ou 2 g de P (Figura 18 a). Os melhores resultados obtiveram-se para o conjunto dos tratamentos que incluíram 1 g de P e 20 g de CaCO_3 , ou 0 g de P e 40 g de CaCO_3 , ou 0 g de P e 2 g de N (Figura 18 c, d e f) resultando num maior comprimento das folhas das plantas, em comparação com os restantes tratamentos. No entanto, as diferenças não foram significativas (Quadros 9 e 10).

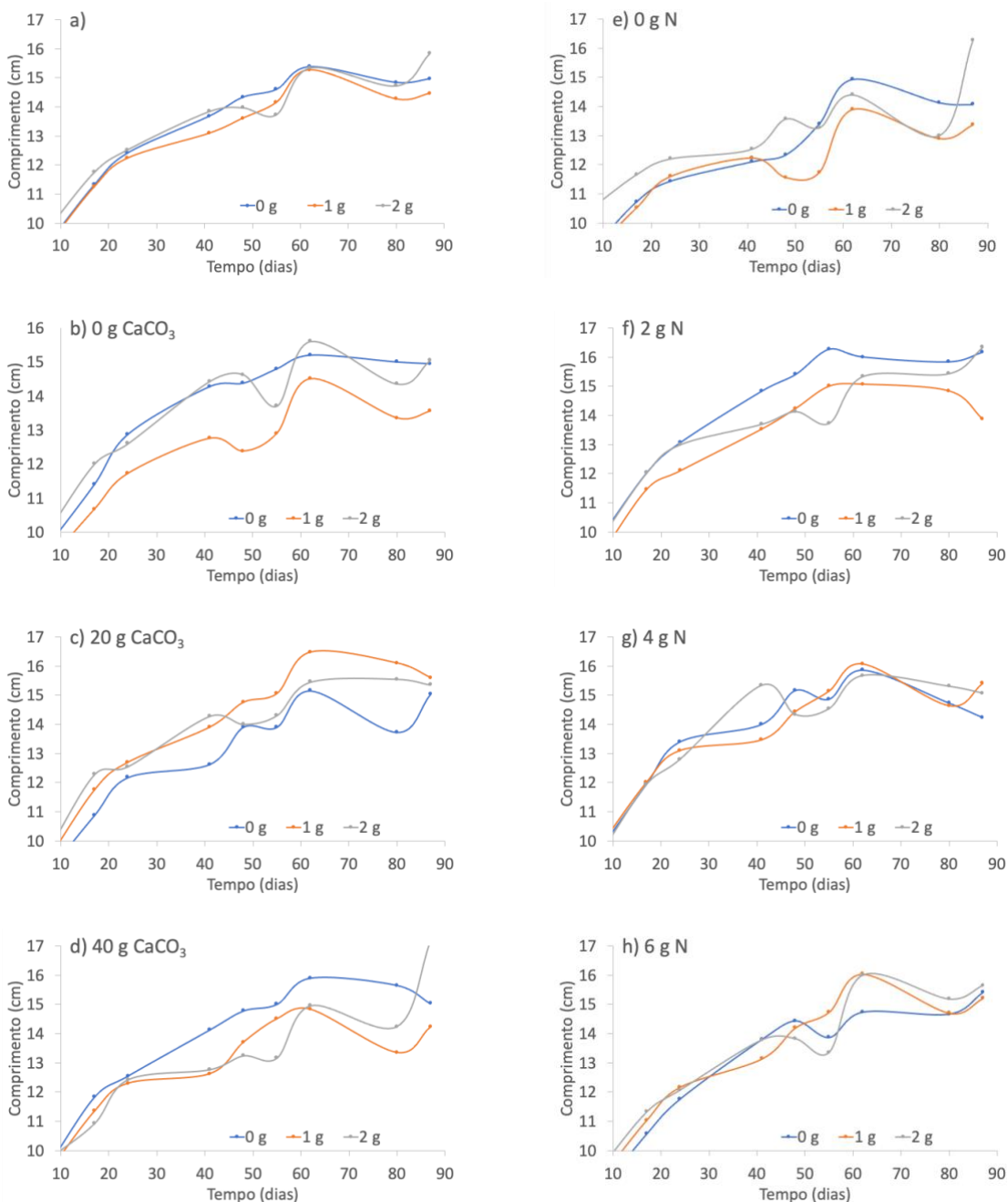


Figura 18 - Evolução do comprimento das folhas das plantas com aplicação de diferentes doses de fósforo (0, 1, 2 g / planta): a) para o conjunto de todos os tratamentos; e para o conjunto dos tratamentos com aplicação por planta/vaso de b) 0 g de CaCO_3 ; c) 20 g de CaCO_3 ; d) 40 g de CaCO_3 ; e) 0 g de N; f) 2 g de N; g) 4 g de N; h) 6 g de N.

3.11. Evolução do comprimento das folhas com diferentes doses de calcário

Aparentemente, o comprimento das folhas foi superior nas plantas com os tratamentos que incluíram 20 g de CaCO_3 , em comparação com os tratamentos que incluíram 0 ou 40 g de CaCO_3 (Figura 19). Os tratamentos com 1 g de P e 20 g de CaCO_3 (Figura 19 c) resultaram num crescimento das folhas superior ao das folhas dos restantes tratamentos com as outras doses de CaCO_3 , contudo esta diferença não foi significativa (Quadros 9 e 10).

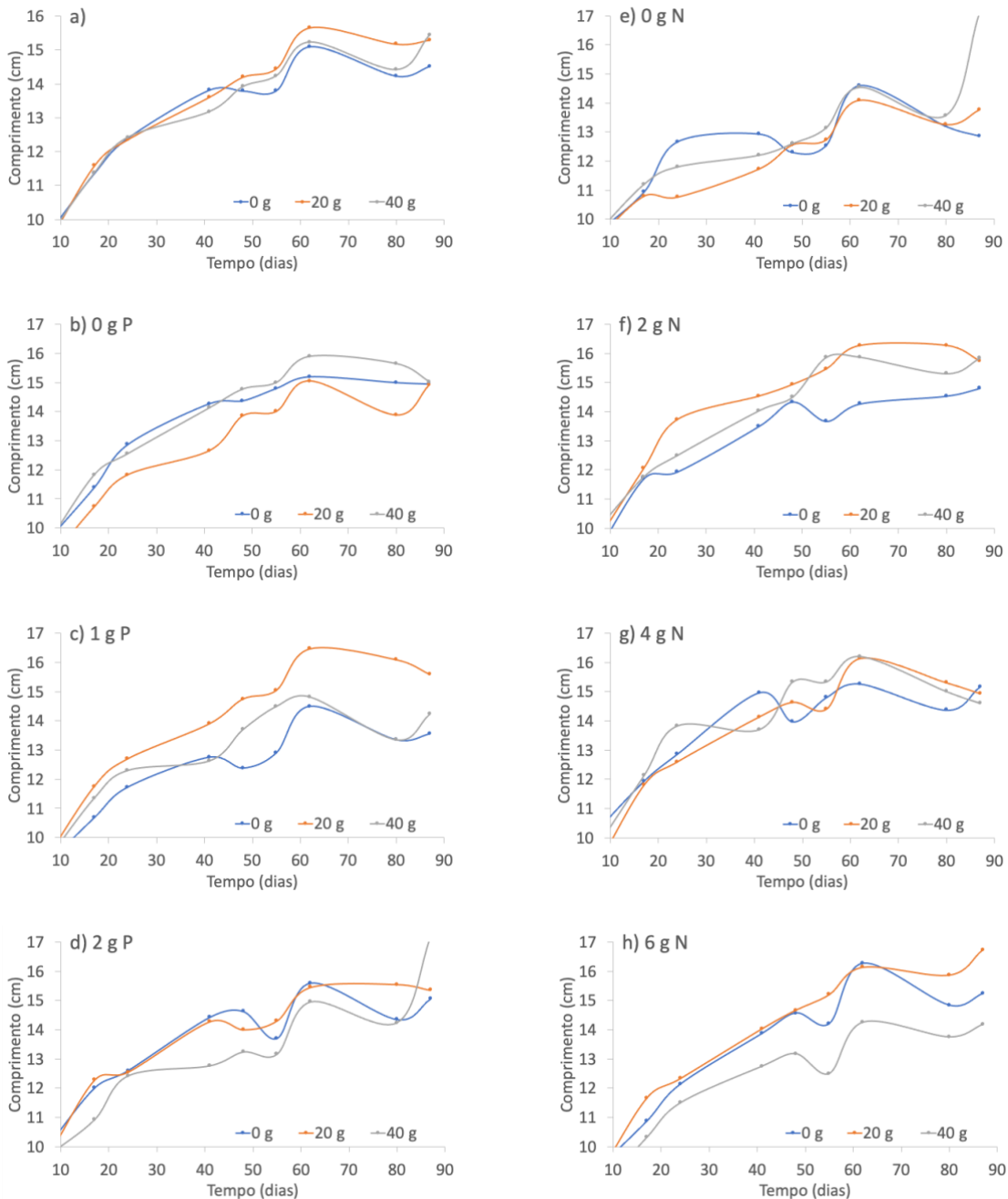


Figura 19 - Evolução do comprimento das folhas das plantas com aplicação de diferentes doses de calcário (0, 20, 40 g / planta): a) para o conjunto de todos os tratamentos; e para o conjunto dos tratamentos com aplicação por planta/vaso de b) 0 g de P; c) 1 g de P; d) 2 g de P; e) 0 g de N; f) 2 g de N; g) 4 g de N; h) 6 g de N.

3.12. Análise do comprimento das folhas com diferentes fertilizantes

Com base na análise de variância do comprimento das plantas com diferentes doses de fertilizantes, para os dias 80 e 87 (Quadros 9 e 10), verifica-se que não existem diferenças significativas entre os diferentes níveis dos fatores N, P ou CaCO₃ assim como não existe qualquer interação (de 1ª ou 2ª ordem) entre estes fatores.

Quadro 9 - Anova de três fatores para o comprimento das folhas no dia 80.

Origem	GL	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F	P
Bloco	4	126,575	31,644	2,345	0,058
N	3	69,294	23,098	1,712	0,167
P	2	14,811	7,406	0,549	0,579
CaCO ₃	2	28,703	14,351	1,064	0,348
N * P	6	15,956	2,659	0,197	0,977
P * CaCO ₃	4	119,522	29,881	2,215	0,070
N * CaCO ₃	6	37,831	6,305	0,467	0,832
N * P * CaCO ₃	12	234,044	19,504	1,446	0,152
Erro	140	1888,825	13,492		
Total Corrigido	179	2535,561			

Quadro 10 - Anova de três fatores para o comprimento das folhas no dia 87.

Origem	GL	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F	P
Bloco	4	146,397	36,599	1,472	0,214
N	3	19,771	6,590	0,265	0,850
P	2	31,300	15,650	0,629	0,534
CaCO ₃	2	30,675	15,338	0,617	0,541
N * P	6	65,900	10,983	0,442	0,850
P * CaCO ₃	4	211,058	35,176	1,415	0,213
N * CaCO ₃	6	92,900	23,225	0,934	0,446
N * P * CaCO ₃	12	343,033	28,586	1,150	0,326
Erro	140	3480,703	24,862		
Total Corrigido	179	4421,737			

3.13. Evolução do diâmetro do caule das plantas com diferentes doses de azoto

O diâmetro do caule das plantas praticamente não variou com os tratamentos de 0, 2 e 4 g de N em relação a tratamentos de 6 g de N que teve o menor diâmetro (Figura 20 a). Com base na análise de variância verificou-se que existem diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os diferentes níveis de azoto nos dias 80 e 87, devido ao pior desempenho com 6 g de N em comparação com os restantes níveis de azoto (Quadros 11 e 12), sendo esta diferença 0,1 mm com 2 g de N e 0,3 mm com 4 g de N em relação ao controlo (0 g de N).

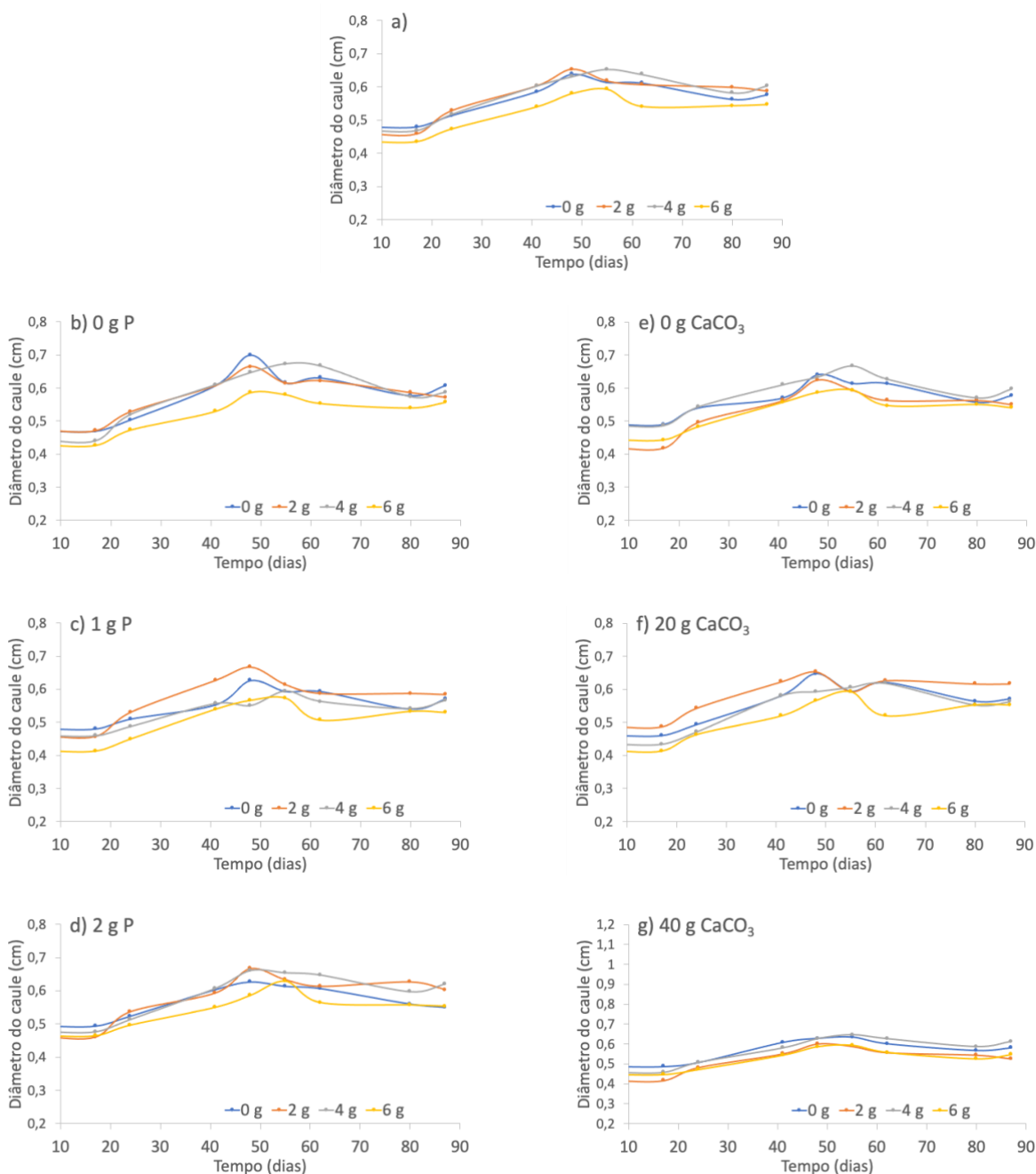


Figura 20 - Evolução do diâmetro do caule das plantas com aplicação de diferentes doses de azoto (0, 2, 4 e 6 g / planta): a) para o conjunto de todos os tratamentos; e para o conjunto dos tratamentos com aplicação por planta/vaso de b) 0 g de P; c) 1 g de P; d) 2 g de P; e) 0 g de CaCO₃; f) 20 g de CaCO₃; g) 40 g de CaCO₃.

3.14. Evolução do diâmetro do caule das plantas com diferentes doses de fósforo

O diâmetro do caule das plantas praticamente não variou com as diferentes doses de fósforo para o conjunto de todos os tratamentos (Figura 21 a). Com a aplicação de 0 e 2 g de P com 40 g de CaCO_3 as plantas apresentam um crescimento superior em comparação com a aplicação de 1 g de P (Figura 21 d), contudo estas diferenças não foram significativas (Quadros 11 e 12).

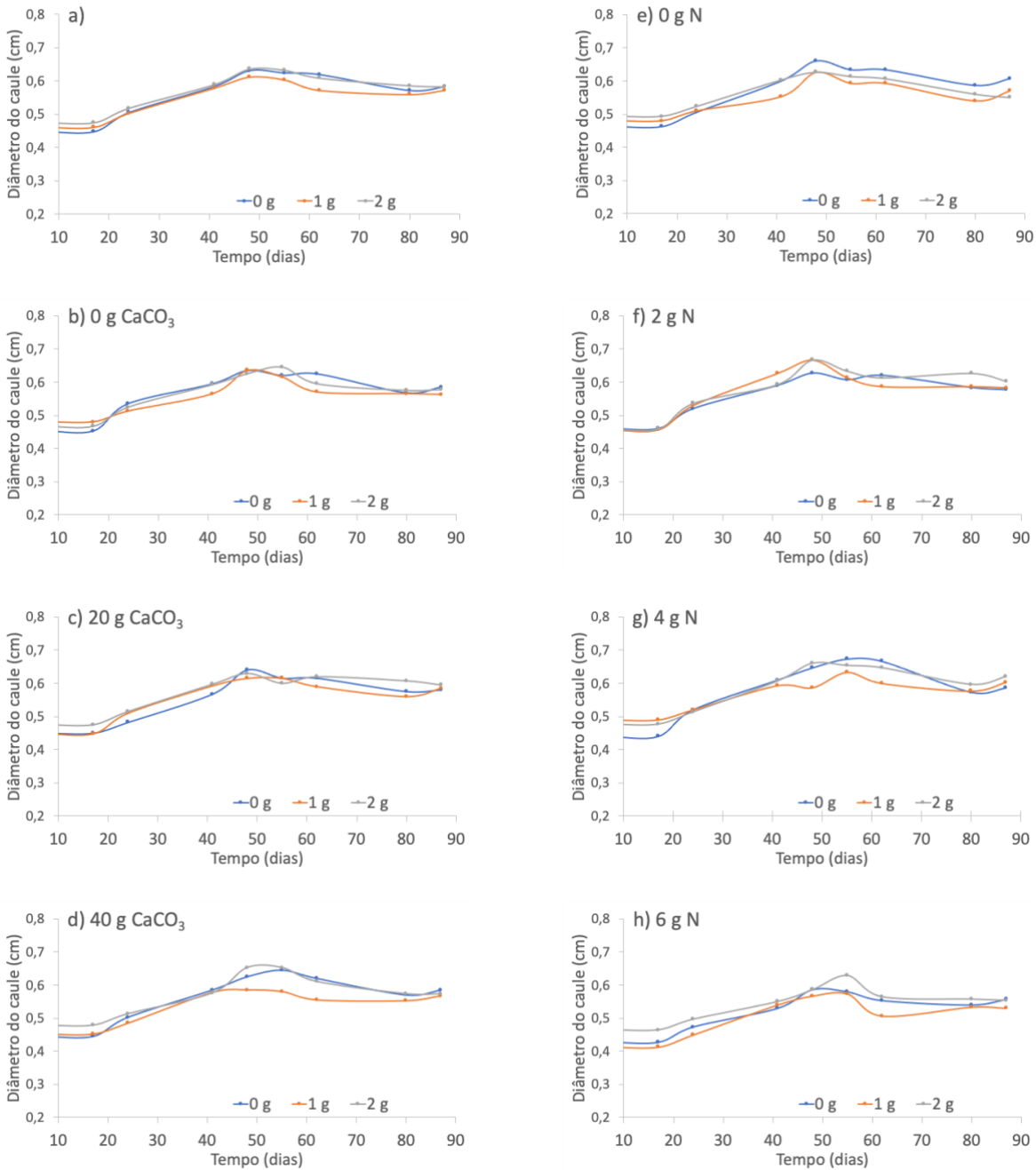


Figura 21 - Evolução do diâmetro do caule das plantas com aplicação de diferentes doses de fósforo (0, 1, 2 g / planta): a) para o conjunto de todos os tratamentos; e para o conjunto dos tratamentos com aplicação por planta / vaso de b) 0 g de CaCO_3 ; c) 20 g de CaCO_3 ; d) 40 g de CaCO_3 ; e) 0 g de N; f) 2 g de N; g) 4 g de N; h) 6 g de N.

3.15. Evolução do diâmetro do caule das plantas com diferentes doses de calcário

O diâmetro do caule das plantas teve variações pouco significativas para as diferentes doses de calcário no global do conjunto de todos os tratamentos (Figura 22 a), considerando que não existiram diferenças significativas entre os diferentes níveis de calcário (Quadro 11 e 12).

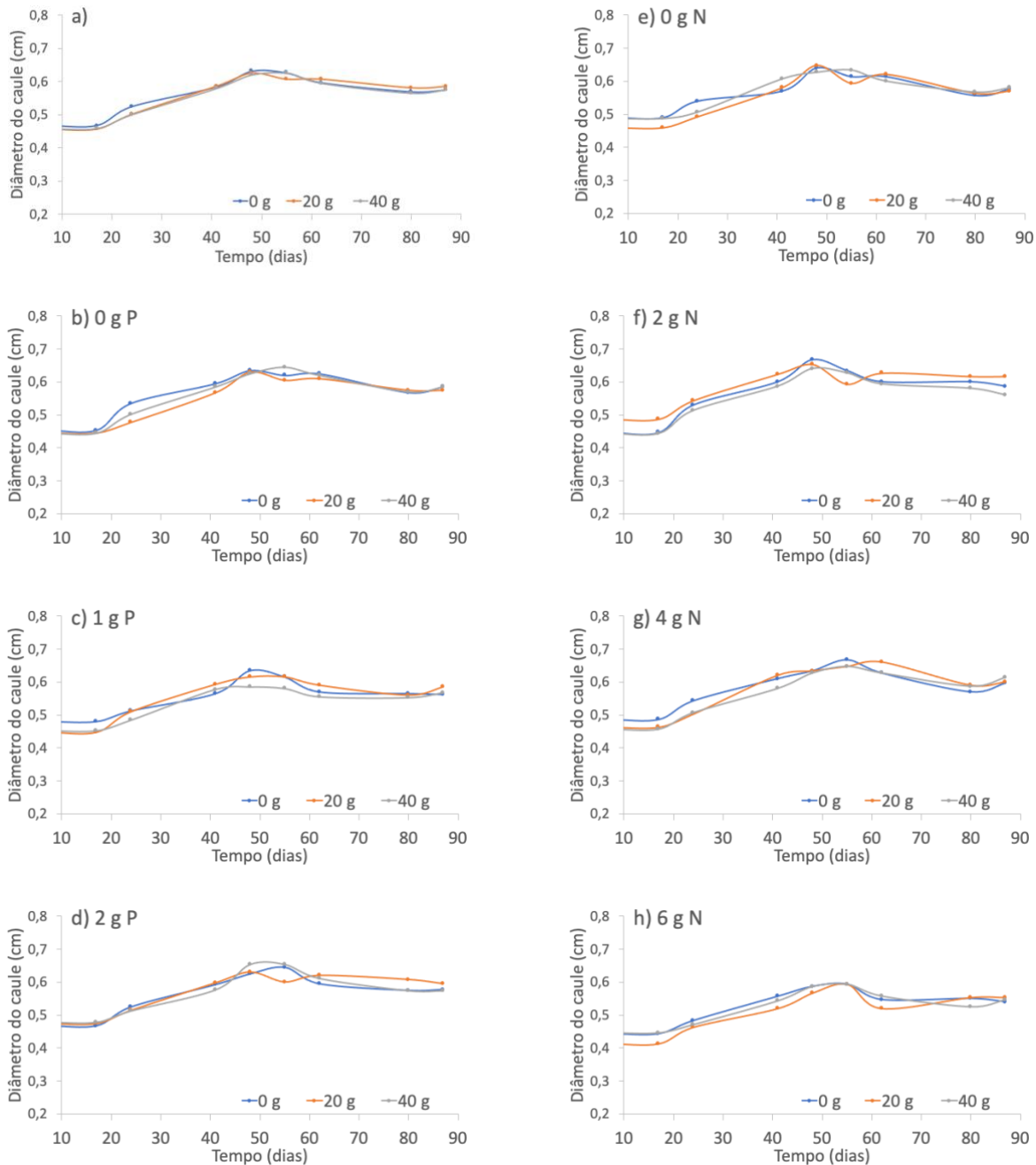


Figura 22 - Evolução do diâmetro do caule das plantas com aplicação de diferentes doses de calcário (0, 20, 40 g / planta): a) para o conjunto de todos os tratamentos; e para o conjunto dos tratamentos com aplicação por planta / vaso de b) 0 g de P; c) 1 g de P; d) 2 g de P; e) 0 g de N; f) 2 g de N; g) 4 g de N; h) 6 g de N.

3.16. Análise do diâmetro do caule com diferentes fertilizantes

Com base na análise de variância da altura das plantas com diferentes doses de fertilizantes, para os dias 80 e 87 (Quadros 11 e 12), verifica-se que não existem diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os diferentes níveis dos fatores N, P ou CaCO_3 assim como não existe qualquer interação (de 1ª ou 2ª ordem) entre estes fatores. Com a exceção do azoto para os dias 80 e 87 onde existe diferenças significativas ($P < 0,05$).

Quadro 11 - Anova de três fatores para o diâmetro do caule no dia 80.

Origem	GL	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F	P
Bloco	4	0,175	0,044	6,216	0,000
N	3	0,075	0,025	3,550	0,016 ^a
P	2	0,005	0,003	0,381	0,684
CaCO_3	2	0,009	0,004	0,624	0,537
N * P	6	0,013	0,002	0,313	0,930
P * CaCO_3	4	0,023	0,006	0,831	0,508
N * CaCO_3	6	0,015	0,003	0,366	0,900
N * P * CaCO_3	12	0,064	0,005	0,759	0,692
Erro	140	0,985	0,007		
Total Corrigido	179	1,365			

^a - Diferenças significativas para o tratamento com azoto

Quadro 12 - Anova de três fatores para o diâmetro do caule no dia 87.

Origem	GL	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F	P
Bloco	4	0,132	0,033	6,304	0,000
N	3	0,067	0,022	4,283	0,006 ^a
P	2	0,000	0,000	0,024	0,976
CaCO_3	2	0,004	0,002	0,382	0,683
N * P	6	0,051	0,009	1,633	0,142
P * CaCO_3	4	0,031	0,005	0,994	0,432
N * CaCO_3	6	0,012	0,003	0,585	0,674
N * P * CaCO_3	12	0,084	0,007	1,340	0,203
Erro	140	0,733	0,005		
Total Corrigido	179	1,116			

^a - Diferenças significativas para o tratamento com azoto

3.17. Evolução do número de folhas com diferente dose de azoto

Existem diferenças significativas ($P < 0,05$) nos dias 80 e 87 (Quadros 13 e 14), para o número de folhas da planta, sendo superior com 2 g de N em comparação com 4 g de N, sendo esta diferença 10 folhas com 2 g de N, e 5 folhas com 4 g de N em relação controlo (0 g de N). Os tratamentos com 0 e 6 g de N, foram o que apresentaram menor número de folhas (Figura 23 a). De salientar que os melhores resultados correspondem aos tratamentos com 1 de 2 g de N e 0 g de P (Figura 23 b) e 2 g de N e 40 g de CaCO_3 (Figura 23 f). Verificou-se uma interação de 2ª ordem entre azoto, fósforo e calcário ($P < 0,05$) no dia 87 (Quadro 14).

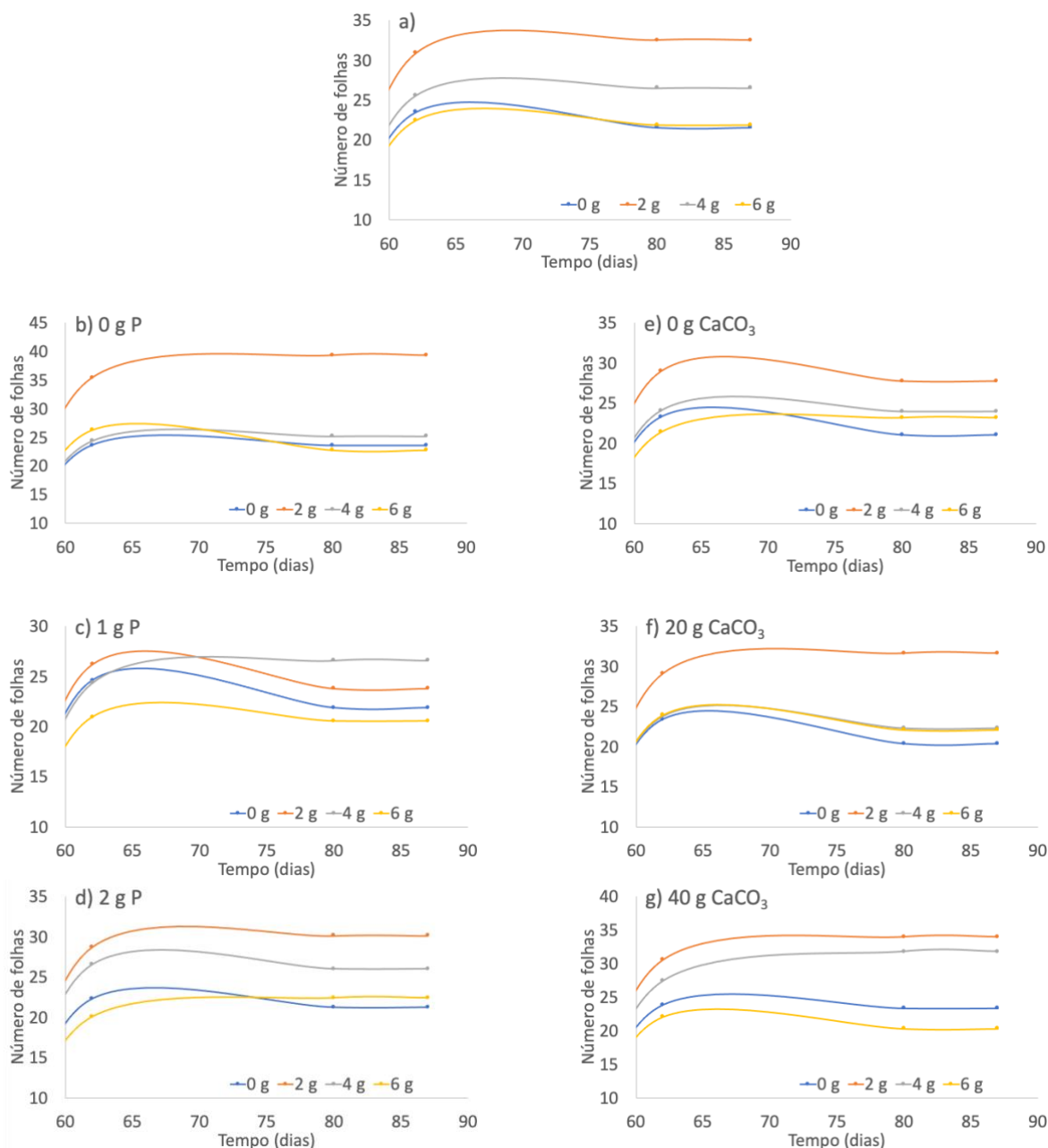


Figura 23 - Evolução do número de folhas com aplicação de diferentes doses de azoto (0, 2, 4 e 6 g / planta): a) para o conjunto de todos os tratamentos; e para o conjunto dos tratamentos com aplicação por planta / vaso de b) 0 g de P; c) 1 g de P; d) 2 g de P; e) 0 g de CaCO_3 ; f) 20 g de CaCO_3 ; g) 40 g de CaCO_3 .

3.18. Evolução do número de folhas com diferentes doses de fósforo

As plantas desenvolveram um maior número de folhas sem aplicação de P em comparação com a aplicação de 2 g de P. Por outro lado, o menor número de folhas ocorreu para a média dos tratamentos com 1 g de P (Figura 24 a). No entanto, esta diferença não foi significativa no dia 80 nem no dia 87 (Quadros 13 e 14). Podemos ainda salientar que o melhor resultado observou-se sem aplicação de P e com 2 g de N (Figura 24 f). Verificou-se uma interação de 2ª ordem entre azoto, fósforo e calcário ($P < 0,05$) no dia 87 (Quadro 14).

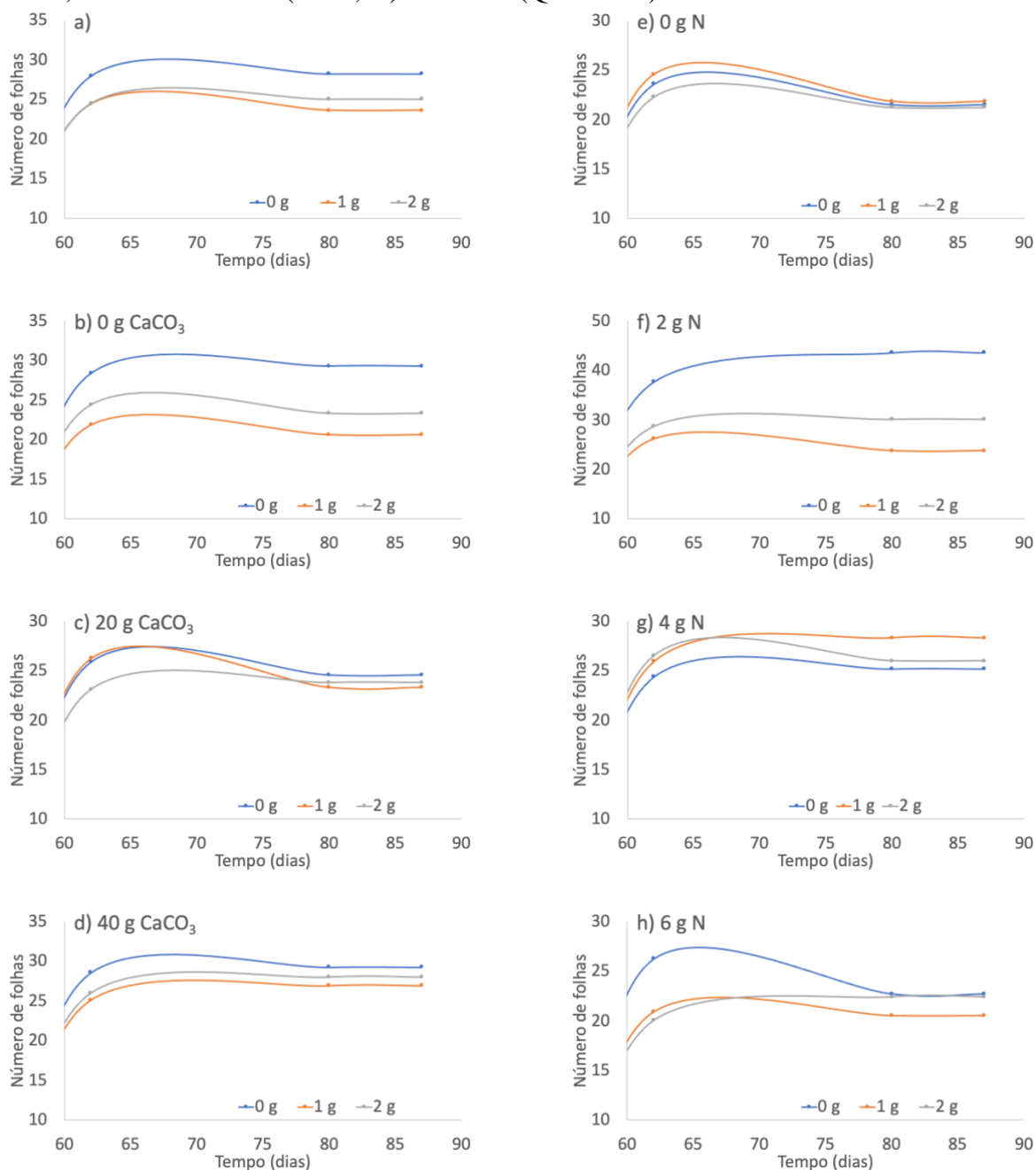


Figura 24 - Evolução do número de folhas com aplicação de diferentes doses de fósforo (0, 1, 2 g / planta): a) para o conjunto de todos os tratamentos; e para o conjunto dos tratamentos com aplicação por planta / vaso de b) 0 g de CaCO₃; c) 20 g de CaCO₃; d) 40 g de CaCO₃; e) 0 g de N; f) 2 g de N; g) 4 g de N; h) 6 g de N.

3.19. Evolução do número de folhas com diferente dose de calcário

O número de folhas das plantas aparenta variar com diferentes doses de calcário. Nomeadamente obteve-se um maior número de folhas com aplicações de 40 g de CaCO_3 em comparação com 0 e 20 g de CaCO_3 (Figura 25 a). No entanto esta diferença não é significativa ($P > 0,05$) para os dias 80 e 87 (Quadros 13 e 14). Verificou-se uma interação de 2ª ordem entre azoto, fósforo e calcário ($P < 0,05$) no dia 87 (Quadro 14).

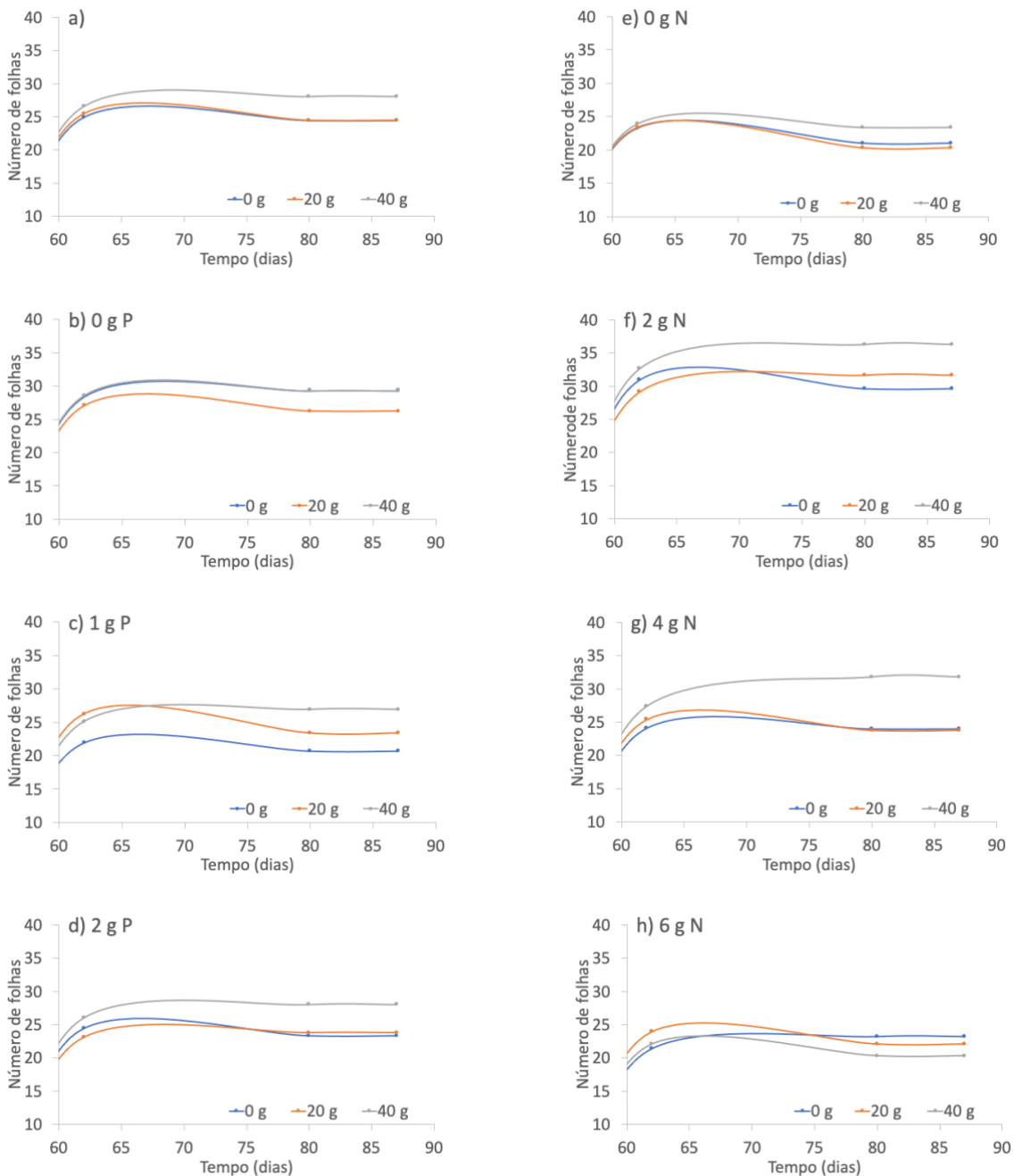


Figura 25 - Evolução do número de folhas com aplicação de diferentes doses de calcário (0, 20, 40 g / planta): a) para o conjunto de todos os tratamentos, e para o conjunto dos tratamentos com aplicação por planta / vaso de b) 0 g de P; c) 1 g de P; d) 2 g de P; e) 0 g de N; f) 2 g de N; g) 4 g de N; h) 6 g de N.

3.20. Análise do número de folhas com diferentes doses de fertilizantes

Com base na análise de variância da altura das plantas com diferentes doses de fertilizantes, para os dias 80 e 87 (Quadros 13 e 14) verifica-se que não existem diferenças significativas entre os diferentes níveis dos fatores N, P ou CaCO₃ assim como não existe qualquer interação (de 1^a ou 2^a ordem) entre estes fatores. Com exceção para os diferentes níveis de azoto nos dias 80 e 87 (P < 0,05) e verificou-se uma interação entre os fatores N * P * CaCO₃ no dia 87 (P < 0,05).

Quadro 13 - Anova de três fatores para o número de folhas no dia 80.

Origem	GL	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F	P
Bloco	4	0,132	0,033	6,304	0,000
N	3	0,067	0,022	4,283	0,006 ^a
P	2	0,000	0,000	0,024	0,976
CaCO ₃	2	0,004	0,002	0,382	0,683
N * P	6	0,051	0,009	1,633	0,142
P * CaCO ₃	4	0,012	0,003	0,585	0,674
N * CaCO ₃	6	0,031	0,005	0,994	0,432
N * P * CaCO ₃	12	0,084	0,007	1,340	0,203
Erro	140	0,733	0,005		
Total Corrigido	179	1,116			

^a - Diferenças significativas para o tratamento com azoto

Quadro 14 - Anova de três fatores para o número de folhas no dia 87.

Origem	GL	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F	P
Bloco	4	3705,133	926,283	3,695	0,007
N	3	2664,728	888,243	3,543	0,016 ^a
P	2	492,133	246,067	0,981	0,377
CaCO ₃	2	577,633	288,817	1,152	0,319
N * P	6	599,156	99,859	0,398	0,879
P * CaCO ₃	4	219,922	36,654	0,146	0,990
N * CaCO ₃	6	447,633	111,908	0,446	0,775
N * P * CaCO ₃	12	7057,744	588,145	2,346	0,009 ^b
Erro	140	35100,467	250,718		
Total Corrigido	179	50864,550			

^a - Diferenças significativas para o tratamento com azoto

^b - Interação entre os fatores N * P * CaCO₃

3.21. Evolução da cor das flores com diferentes doses de azoto, fósforo e calcário

Na evolução da cor das flores verificou-se, numa fase inicial, que as flores estavam sem cor ou com cor-de-rosa, mas no final predominou a cor azul. Para o azoto, o fósforo e o calcário verificou-se que a cor azul se manteve praticamente acima dos 80% (Figuras 26 e 27), a cor em campo das sépalas é demonstrada na figura 28.

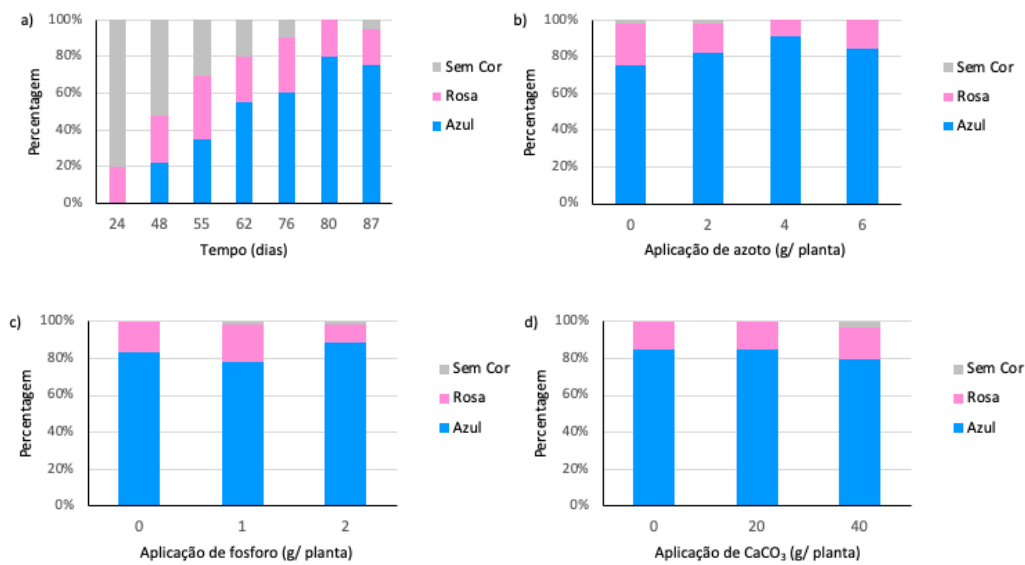


Figura 26 - Evolução da cor das flores: a) para o conjunto de todos os tratamentos ao longo do tempo; e no último dia para o conjunto dos tratamentos com diferentes doses de b) azoto, c) fósforo e d) calcário.

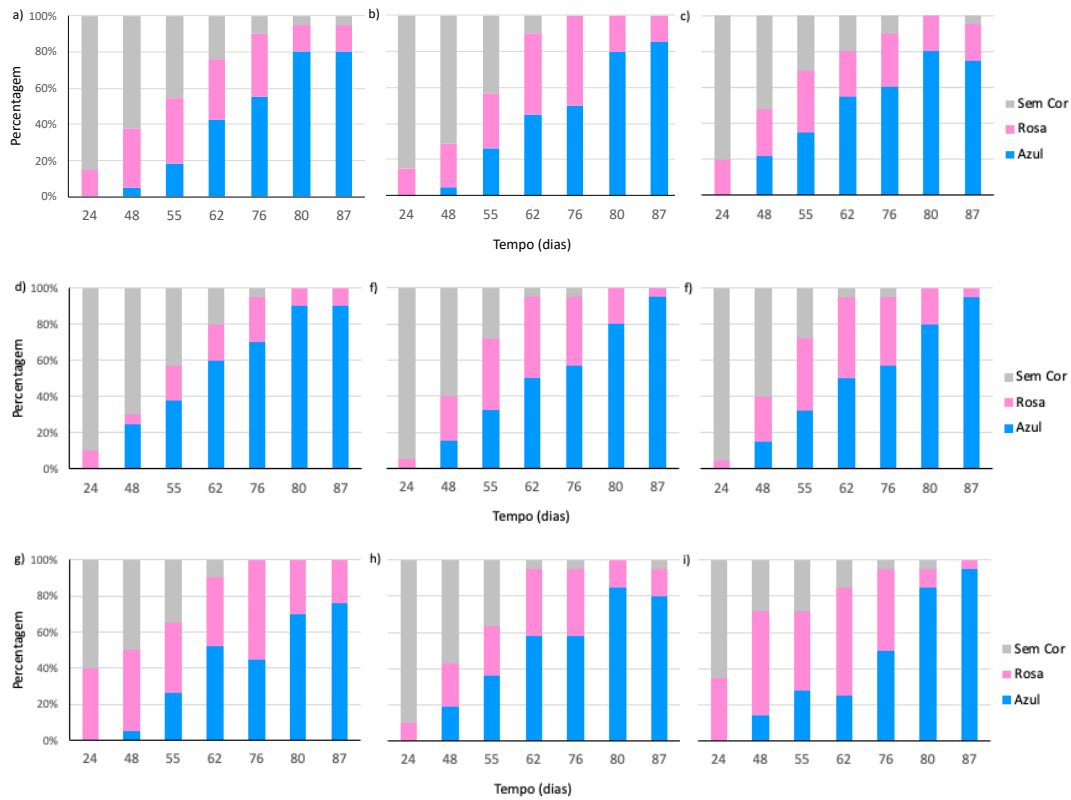


Figura 27 - Evolução da cor das flores ao longo do tempo com as seguintes doses: a) 0 g de P, 40 g de CaCO₃ / planta; b) 1 g de P, 40 g de CaCO₃; c) 2 g de P, 40 g de CaCO₃; d) 0 g de P, 20 g de CaCO₃; e) 1 g de P, 20 g de CaCO₃; f) 2 g de P, 20 g de CaCO₃; g) 0 g de P, 0 g de CaCO₃; h) 1 g de P, 0 g de CaCO₃; i) 2 g de P, 0 g de CaCO₃.



Figura 28- Hidrângeas com a predominância da cor azul nas sépalas

4. DISCUSSÃO

O crescimento da hidrângea foi influenciado pela aplicação de fósforo, principalmente quando não se aplicou calcário, o que se explica pelo efeito da reação do solo na mobilidade e disponibilidade do fósforo, designadamente, porque a disponibilidade do fósforo diminui com a acidez do solo. Efetivamente, o substrato utilizado nesta experiência era muito ácido ($\text{pH} = 4,05 \pm 0,09$), o que terá limitado a disponibilidade não só do fósforo, mas também, do azoto e do cálcio (Santos e Vieira, 2011), quando não se aplicaram estes nutrientes e não se procedeu à calagem. O diâmetro do caule e o número de folhas foi influenciado pela aplicação de azoto, o que se explica pelo efeito do azoto no vigor da planta.

O valor de pH ideal para a hidrângea obter a cor azul, sem prejuízo para o seu crescimento, encontra-se entre 5,5 e 6 (Ball, 1997) justificando assim o efeito positivo da calagem em várias características das plantas avaliadas. Mesmo com a calagem, a cor azul predominou nas plantas avaliadas, porque as doses de calcário aplicadas não terão sido suficientemente elevadas para que o substrato ficasse com uma reação alcalina, o que teria favorecido a coloração rosa das flores. Por outro lado, mesmo com valores de pH elevados no substrato, se a disponibilidade de alumínio se mantiver elevada, as sépalas podem adquirir cor azul (Bailey, 1995). E, o substrato utilizado nesta experiência, possuía na sua composição 2 g L^{-1} de sulfato de alumínio. Por isso, era espectável que se verificasse a coloração azul das sépalas.

A coloração azul das sépalas deve-se à presença do ião Al^{3+} que aumenta o teor em Delfinidrine diglicósido, e, por consequência, as inflorescências adquirem a cor azul (Schreiber et al., 2010). Como a hidrângea é uma planta tolerante ao alumínio, em comparação com a generalidade das outras plantas, pode ser vantajoso manter, dentro de certos limites, alguma disponibilidade de alumínio, inclusive através da aplicação de sulfato de alumínio, para aumentar do número de hastes, e o diâmetro das flores, tal como foi verificado para a cultivar Endelless Summer, em que a acidez do meio resultou em flores azuis e o pH alto em flores rosa (Neil et al., 2009).

A hidrângea é uma planta que pode beneficiar com alguma salinidade do solo ou substrato em que é cultivada. Contudo, se a salinidade for muito elevada o crescimento da planta pode ser prejudicado (Bañóna, 2019). O substrato utilizado nesta experiência possuía uma condutividade elétrica de $1,8 \pm 0,15 \text{ dS m}^{-1}$, ligeiramente abaixo do intervalo de 2 a 3 dS m^{-1} referido por Brito e Mourão (2012) como limite indicado para esta cultura. Por isso, a salinidade não terá prejudicado o crescimento da planta. No entanto, com a aplicação de 6 g de N obtiveram-se resultados inferiores no crescimento das plantas, em comparação com as doses a 0, 2 e 4 g de N, o que pode ser explicado pela salinidade do adubo azotado, onde aproximadamente metade do azoto mineral se encontrava na forma nítrica.

Em relação ao equilíbrio do teor de nutrientes num adubo composto NPK, a opinião não é idêntica entre diferentes autores. Por exemplo, Bailey (1992) refere que o indicado para a hidrângea é o equilíbrio existente num adubo tipo 25-10-10, enquanto Shreckhisea et al. (2019) referem o equilíbrio NPK 18-1,3-10, isto é, com uma razão N/P muito superior. O presente estudo, está de acordo com estes últimos autores, porque teores mais elevados de azoto em relação ao fósforo conduziram a um crescimento da planta superior. Por exemplo, para as características da planta como a altura (Figura 9 b, c e d), diâmetro da planta (Figura 12 b, c e d), comprimento das folhas (Figura 15 b, c e d), diâmetro do caule da planta (Figura 18 b, c e d) e número das folhas da planta (Figura 21 b, c e d).

O aumento da área foliar depende da absorção de azoto. Por isso, a hidrângea apresentou um comprimento e número de folhas superior, para o conjunto de tratamentos, com a aplicação de azoto (2, 4 e 6 g de N) em comparação com as plantas cultivadas sem aplicação de azoto. A aplicação do azoto através do adubo mineral aumentou o crescimento da planta, provando que precisava de mais azoto do que aquele que se encontrava disponível no substrato. No entanto, a dose de 6 g de N, em comparação com as doses de 2 ou 4 g de N, resultou num número de folhas igual ou inferior, como podemos verificar pela diminuição do número de folhas (Figura 21). Este resultado pode dever-se ao aumento da salinidade do substrato com a aplicação do adubo azotado, que mesmo fracionado por duas aplicações, pode ter prejudicado o crescimento da planta, quando aplicado numa dose muito elevada.

O efeito da aplicação do fósforo depende da reação do substrato. Por isso, o teor de fósforo total no substrato ($1,06 \text{ g kg}^{-1} \text{ de P} \pm 0,05 \text{ g kg}^{-1} \text{ de P}$) poderia não ser suficiente, por estar quase todo na forma orgânica e, na forma mineral estar também maioritariamente indisponível quando o valor de pH do substrato era muito baixo. Deste modo, o número de folhas não aumentou significativamente com a aplicação de fósforo (Figura 22). Por outro lado, as necessidades de fósforo da hidrângea não são elevadas nas plantas envasadas (Shreckhisea et al., 2019). Quanto a coloração das flores, para obtenção de hidrângea azul, o ácido fosfórico é uma alternativa à utilização de fosforo, pois desta forma não haverá alterações do valor de pH do solo. Outras aplicações de fósforo irão precipitar na forma de fosfatos diminuindo assim a solubilidade do alumínio (Neil et al., 2009).

O cálcio é indispensável para o crescimento da hidrângea, mas é um nutriente pouco móvel na planta. Por isso, a aplicação de carbonato de cálcio poderá ter contribuído para uma maior absorção, e consequente translocação, do cálcio para as folhas da hidrângea. o que poderá explicar o aumento na altura da planta, no comprimento e no número das folhas verificado (Figuras 11 g, 17 f, 23 f), assim como, com a aplicação de calcário e azoto (Figuras 11 d, 17 d, 23 d).

A calagem e as adubações azotada e fosfatada influenciam a cor das inflorescências das hidrângeas, que neste estudo foi predominantemente azul, como se reporta nas figuras 25 e 26 (80% de plantas com cor azul). No entanto, eventuais diferenças em consequência da calagem e da aplicação de fósforo, poderão ser apenas significativas, ao nível da cor das inflorescências, no ano seguinte, visto que os gomos formados nestas condições só apresentarão flores no ano a seguir à experiência, sendo o que resultado atual é relativo aos gomos que tiveram indução floral no ano anterior, antes da aplicação de azoto, fósforo e calcário.

As maiores variações nas características da hidranja ao longo do tempo da experiência (Figuras de 9 a 23) foram mais evidentes durante os meses de junho e julho de 2021, quando ocorreram temperaturas demasiado elevadas (30 a 35 °C) para a produção de hidrângea e uma humidade relativa do ar mais baixa, o que causou stress hídrico nas plantas, e assim, menores acréscimos na altura e no diâmetro das plantas, e no número de folhas.

5. CONCLUSÃO

Com este estudo comprovou-se a importância da calagem, bem como, da adubação azotada e fosfatada, nas características estudadas na hidrângea, durante os 90 dias que procederam a plantação. A calagem, e a aplicação de azoto e fósforo, resultaram num aumento da altura da planta, e do comprimento e número de folhas (Quadros 5 a 14).

Este estudo contribuiu para o conhecimento das necessidades das hidrângeas em fósforo, e das consequências na disponibilidade de fósforo quando é efetuada a calagem, uma vez que o aumento do valor de pH no solo aumenta a disponibilidade do fósforo, tornando-o mais facilmente absorvido pelas plantas.

Sendo a hidrângea uma planta muito sensível ao stress hídrico, quanto maior for a sua área foliar mais sujeita fica a esse stress, e a dificuldade numa rega homogénea em todos os blocos poderá ter contribuído para um aumento do erro padrão da experiência e, deste modo, dificultado a identificação de diferenças significativas nas características das plantas.

Recomenda-se a realização de uma experiência semelhante à realizada neste estudo (com tratamentos semelhantes), mas com areia lavada ou outro substrato inerte sem nutrientes, com adição de uma solução nutritiva que inclua doses semelhantes de todos os nutrientes, exceto N, P e CaCO_3 que seriam aplicados com doses diferentes. Na experiência a ser realizada deste modo, o estudo da cor deverá ser feito com recurso a uma escala de cor, de forma a conseguir identificar as cores com mais precisão, visto esta ser uma dificuldade percebida muitas das vezes quando se registaram as cores, devido à grande diversidade na coloração das flores.

Considerando que na empresa em que se realizou este estudo se aplica um adubo composto com a fórmula 17-6-18 mais micronutrientes, concluiu-se que se pode optar pela utilização de um adubo de nitrato de potássio e recorrer a adubos de libertação lenta com fósforo que podem aumentar o rendimento pela qualidade das flores (pelo tamanho da haste e diâmetro da flor) não havendo desperdício de nutrientes.

A nível do substrato pode-se ponderar o uso daqueles que são mais baratos, adicionando-se, no entanto, o sulfato de alumínio para garantir a cor azul das inflorescências. Caso o substrato seja pouco ácido, pode-se adicionar ácido fosfórico, que satisfará as exigências de fósforo e controlará o pH do substrato e, por sua vez, a cor das flores da hidrângea. Por outro lado, em substratos demasiado ácidos para a hidrângea, a calagem é benéfica para o melhor aproveitamento do fósforo, como demonstrado nesta experiência.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bailley, D. A. 1992. Introduction to Floriculture, 2 ed. Academic Press, North Carolina. 636 pp.
- Ball, V. 1997. Crop culture by crop: Hydrangea. In Ball RedBock. Publishing. Batavia, Illinois pp. 553-565.
- Bañóna, S. 2019. Controlling salt flushing using a salinity index obtained by soil dielectric T sensors improves the physiological status and quality of potted hydrangea plant. *Scientia Horticulturae* 247: 335-343. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110171>
- Brito, L.M., Mourão, I., 2012, Caraterísticas dos substratos para horticultura, Propriedades e caraterísticas dos substratos parte I, *Agrotec* 2: 33-38
- Codarin, S., Galopin, G., Chasseriaux, G. 2006. Effect of air humidity on the growth and morphology of *Hydrangea macrophylla* L. *Scientia Horticulturae* 108: 303-309. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.01.036>
- D. Schreiber, H., Swink, A. M., & Godsey, T. D. 2010. The chemical mechanism for Al³⁺ complexing with delphinidin: A model for the bluing of hydrangea sepals. *Journal of Inorganic Biochemistry* 104: 732-739. <https://doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2010.03.006>
- Elly Kesumawati, M. H. 2009. Flower greening in phytoplasma-infected *Hydrangea macrophylla* grown under different shading condtions. *Scientia Horticulturae* 121: 199-205. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.01.025>
- Instituto das Floresta e Conservação da Natureza. 2022. Novelos. Site disponivel em: biblioteca de conhecimento Online, Ultima atualização 2022, URL: https://ifcn.madeira.gov.pt/images/Doc_Artigos/Biodiversidade/Projetos/controloplantas/novelos.pdf a Consultado em 20/07/2022.
- Instituto Nacional de Estatística. 2013. Floricultura e Plantas Ornamentais 2012. INE, I.P. Lisboa, 66 pp.
- IPMA, 2022. Normais Climatológicas - 1971-2000. Instituto Português do Mar e Atmosfera. Site disponivel em: biblioteca de conhecimento Online, Ultima atualização 2022, URL: <https://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/1971-2000/#23> a Consultado em 2/12/2021.
- Jansen, S. 2004. The evolution of aluminium accumulation in angiosperms Chapter: 23. In *The Evolution of Plant Physiology*. Elsevier Academic Press, pp. 467-479 <https://doi.org/10.1016/B978-012339552-8/50024-X>
- John M. Dole, H. F. 1999. Floriculture Principles and species. Prentice Hall, New Jersey, 1048 pp.
- José Santos, Sara Amaral Vieira. 2011. Manual de agricultura Geral, Ministério da agricultura, do desenvolvimento Rural e das Pescas, Coimbra, 69 pp.

Li, Y., Mmbaga, M. T., Zhou, B., Joshua, J., Rotich, E., & Parikh, L. 2018. Handbook of Plant Disease, Springer, New Haven CT, 1339 pp.

Mauseth, James D. 2017. Botany : an introduction to plant biology. Jones & Bartlett Learning, Burlington, MA, 3845 pp.

Mi-JaKim, Kang-Hyun Leem, Hye Kyung Kim. 2009, *Hydrangea dulcis* folium preserves β -cell mass in diabetic db/db mice. Food and Chemical Toxicology 47: 1685-1688. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.04.015>

Neil, A., Julie, W., Jill, P., Wendy, G., Elisabeth, J., & Mary, J. R. 2009. Comparative forcing of *Hydrangea macrophylla* 'Bailer' as a florist's hydrangea. Scientia Horticulturae 122: 221-226. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.05.003>

Potted, 2022. *Hydrangea macrophylla* 'Blink' (blue) Site disponível em: biblioteca de conhecimento Online, Última atualização 2022, URL: <https://potted.nl/flowers/hydrangea-macrophylla-blink-blue/> Consultado em 21/02/2022.

Potted, 2022. *Hydrangea macrophylla* 'Blink' (pink) Site disponível em: biblioteca de conhecimento Online, Última atualização 2022, URL: <https://potted.nl/flowers/hydrangea-macrophylla-blink-pink/> Consultado em 21/02/2022.

Pubchem. 2022. Chlorogenic acid. National Library of Medicine National Center for Biotechnology. Site disponível em: biblioteca de conhecimento Online, Última atualização 2022, URL: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/1794427> Consultado em 18/02/2022.

Pubchem. 2022. Delphinidin 3-glucoside (Compound). National Library of Medicine National Center for Biotechnology. Site disponível em: biblioteca de conhecimento Online, Última atualização 2022, URL: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/443650#section=2D-Structure> Consultado em 18/02/2022.

Qianyun Tang, Zijin Cheng, Nan Yang, Qinzhe Li, Peng Wang, Dapeng Chen, Wenjun Wang, Xuejiao Song, Xiaochen Dong. 2019. Hydrangea-structured tumor microenvironment responsive degradable nanoplatforam for hypoxic tumor multimodal imaging and therapy. Biomaterials 205: 1-10 <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2019.03.005>

Santos, J. Q. 2015. Fertilização - Fundamentos agroambientais da utilização dos adubos e corretivos. Plubindústria. Porto, 556 pp.

Shreckhisea, H., J., Owen, J. S., Niemierac, & X., A. 2019. Growth response of *Hydrangea macrophylla* and *Ilex crenata* cultivars to low-phosphorus controlled-release fertilizers. Scientia Horticulturae: 246: 578-588. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.10.045>

VBN, 2022. Product Specification Product group code: 10108400 Hydrangea February 2022, Online, Última atualização 2022, URL: <https://beheer.vbn.nl/Zoekscherf/Productspecificatie.aspx?lang=EN&specid=100170&type=full> Consultado em 21/02/2022.

Weida Wang, Li Sheng, Yuanyuan Chen, Zhaojun Li, Haijie Wu, Jie Ma, Dongming Zhang, Xiaoguang Chen, Sen Zhang, 2022. Total coumarin derivatives from *Hydrangea paniculata* attenuate renal injuries in cationized-BSA induced membranous nephropathy by inhibiting complement activation and interleukin 10-mediated interstitial fibrosis. *Phytomedicine* 96: 153886 <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2021.153886>

Yoshida, K., Ito, D., Shinkai, Y., & Kondo, T. 2008. Change of color and components in sepals of chameleon hydrangea during maturation and senescence. *Phytochemistry* 69: 3159-3165. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2008.02.024>