

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Jocélia Rosa da Silva

**CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E
PRODUTIVIDADE DA CAMOMILA EM DIFERENTES DATAS DE
SEMEADURA E ESPAÇAMENTO ENTRE PLANTAS**

Santa Maria, RS
2018

Jocélia Rosa da Silva

**CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DA
CAMOMILA EM DIFERENTES DATAS DE SEMEADURA E ESPAÇAMENTO
ENTRE PLANTAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau em **Mestre em Agronomia**.

Orientador: Prof. Dr. Arno Bernardo Heldwein

Santa Maria, RS
2018

Silva, Jocélia Rosa da
Crescimento, desenvolvimento e produtividade da
camomila em diferentes datas de semeadura e espaçamento
entre plantas / Jocélia Rosa da Silva.- 2018.
99 p.; 30 cm

Orientador: Arno Bernardo Heldwein
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós
Graduação em Agronomia, RS, 2018

1. Chamomilla recutita 2. Competição Intraespecífica 3.
Planta medicinal 4. Variáveis meteorológicas 5. Acúmulo
de Biomassa I. Heldwein, Arno Bernardo II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

© 2018

Todos os direitos autorais reservados a Jocélia Rosa da Silva.

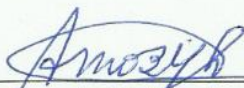
Endereço eletrônico: joceliarosa.s@gmail.com

Jocélia Rosa da Silva

**CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DA
CAMOMILA EM DIFERENTES DATAS DE SEMEADURA E ESPAÇAMENTO
ENTRE PLANTAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau em **Mestre em Agronomia**.

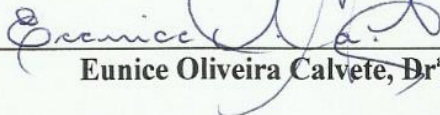
Aprovado em 16 de julho de 2018:



Arno Bernardo Heldwein, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)



Fernanda Alice Antonello Londero Backes, Dr.^a. (UFSM)



Eunice Oliveira Calvete, Dr.^a. (UPF)

Santa Maria, RS
2018

Se você não puder voar, então corra.
Se você não puder correr, ande.
Se você não puder andar, então rasteje,
Mas o que quer que você faça, você tem que seguir em frente.

(Martin Luther King Jr.)

Dedico

A Deus pela vida.

A minha mãe Mara e ao meu padrasto Floriavante.

Aos meus avós Selma e José.

Aos meus irmãos Géssica, Giovana, Gabriel e Pietra.

E ao meu namorado Eduardo.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me conceder a vida e proporcionou a mim grandes oportunidades.

À minha mãe Mara Silvana R. da Silva e ao meu padrasto Floriavante Rodrigues, por serem meus exemplos de coragem e determinação, que me incentivaram e batalharam para que pudesse me oferecer um futuro melhor, apoiando nas minhas decisões. Aos meus avós Selma e José e meus irmãos Gêssica, Giovana, Gabriel e Pietra pelo amor, confiança, incentivo e apoio em todos os momentos.

À meu colega, amigo e namorado, Eduardo, com quem divido todos os momentos, sejam eles de alegria ou tristeza, de dificuldade ou tranquilidade. Pelo apoio, carinho e amor.

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, por proporcionar-me a oportunidade de crescimento intelectual e pessoal.

Ao CNPq pela concessão de bolsa de estudos, possibilitando dedicação integral a realização desse trabalho.

Ao professor Dr. Arno Bernardo Heldwein, pela orientação, disposição, confiança, paciência, profissionalismo exemplar e contribuição para o meu crescimento pessoal e intelectual durante minha trajetória acadêmica, especialmente durante a realização deste trabalho.

Ao professor Dr. Evandro Zanini Righi (*in memoriam*) pela amizade e pelos ensinamentos transmitidos durante a realização desse trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Fitotecnia, em especial ao João Colpo, Ilton e Beto, pela ajuda nos trabalhos de campo e amizade.

Aos colegas e amigos do Setor de Agrometeorologia do Departamento de Fitotecnia da UFSM, Adriana Amarante, Andressa Puhl, Bruno Milanese, Cadmo Santos, Daniella Salvadé, Dionéia Lucas, Fernando Hinnah, Gabriel Brixner, Leidiana Rocha, Luis Loose, Mateus Bortoluzzi, Mateus Leonardi, Roberto Trentin, Samuel Kovaleski, Silvane Brand e Tiago Silveira, pelos ensinamentos, amizade, auxílio na condução dos experimentos e pelos momentos de descontração.

Aos familiares, amigos e demais pessoas não mencionadas que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

Meu muito obrigada!

RESUMO

CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DA CAMOMILA EM DIFERENTES DATAS DE SEMEADURA E ESPAÇAMENTO ENTRE PLANTAS

AUTORA: Jocélia Rosa da Silva
ORIENTADOR: Arno Bernardo Heldwein

Dentre os principais fatores que causam variação no crescimento, desenvolvimento e produtividade de capítulos e óleo essencial da camomila estão a data de semeadura e o espaçamento entre plantas, porém não há um consenso entre os pesquisadores sobre o espaçamento entre plantas mais apropriado e também não há indicações quanto à data de semeadura que vise o máximo potencial produtivo da camomila para as condições de clima subtropical úmido de Santa Maria-RS. Neste contexto, os principais objetivos deste trabalho foram avaliar o crescimento, desenvolvimento e produtividade de capítulos e óleo essencial de camomila em diferentes datas de semeadura e espaçamentos entre plantas, além da obtenção de um modelo de área foliar para a camomila. O experimento foi conduzido em Santa Maria- RS, no ano de 2017, com cinco datas de semeadura (18/03, 28/04, 30/06, 28/07 e 31/08) e sete diferentes espaçamentos entre plantas nas linhas (5, 10, 15, 20, 25, 30 e 40 cm), espaçadas 30 cm entre si. As variáveis utilizadas para a obtenção do modelo de área foliar foram a área foliar (AF), massa seca de folhas e área foliar específica (AFE) da camomila. As variáveis de crescimento analisadas foram a massa seca do caule, folhas, estruturas reprodutivas e total da parte aérea de plantas, além da altura de plantas, índice de área foliar e índice de colheita. As variáveis fenológicas analisadas foram a soma térmica acumulada para seis subperíodos no intervalo compreendido entre a semeadura e a maturação, plastocrono e número final de nós (NFN). Também foram avaliadas a produtividade de capítulos florais secos, teor e produtividade de óleo essencial. O espaçamento entre plantas, a data de semeadura e o estágio fenológico não influenciaram na AFE da camomila ($133 \text{ cm}^2\text{g}^{-1}$), obtendo-se um modelo único para a estimativa da AF da camomila a partir da AFE resultante dos dados de AF medida com integrador eletrônico, que no teste apresentou desempenho ótimo. Assim, pode ser indicado para a determinação da AF da camomila quando há dados de massa seca das folhas. Para as variáveis de crescimento estudadas não houve interação entre a data de semeadura e o espaçamento de plantas para as plantas coletadas em diferentes estádios fenológicos, porém isoladamente ambos possuem efeito sobre o crescimento da camomila. A semeadura de março resultou em maior crescimento da camomila e a de agosto no menor, enquanto o espaçamento entre plantas de 25 cm resultou em maior crescimento das plantas de camomila. Em relação à resposta fenológica, os espaçamentos entre plantas não influenciaram o desenvolvimento fenológico das plantas, enquanto a data de semeadura interferiu na soma térmica, plastocrono e número final de nós. As datas de semeadura também afetaram a produtividade de capítulos florais, o teor e a produtividade de óleo essencial da camomila, sendo que para as semeaduras em 18/03 e 28/04 ocorrem os maiores valores dessas variáveis. Há tendência linear de redução na produtividade de capítulos florais secos de camomila com o aumento do espaçamento entre plantas na fileira.

Palavras-chave: *Chamomilla recutita*. Planta medicinal. Variáveis meteorológicas. Competição Intraespecífica. Acúmulo de Biomassa.

ABSTRACT

GROWTH, DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY OF CAMOMILE IN DIFFERENT SPACING BETWEEN PLANTS AND SOWING DATE

AUTHOR: Jocélia Rosa da Silva
ADVISER: Arno Bernardo Heldwein

Among the main factors that cause variation in the growth, development and productivity of chamomile and essential oil are the sowing date and plant spacing, but there is no consensus among researchers about the most appropriate spacing between plants, nor is there any indications regarding the date of sowing that aims at the maximum productive potential of chamomile for the climatic conditions of Santa Maria-RS. Thus, the main objectives of this work were to evaluate the growth, development and productivity of chapters and essential oil of chamomile in different sowing dates and spacing between plants, in addition to obtaining a model of leaf area for chamomile. An experiment was conducted in Santa Maria, RS, Brazil, with five sowing dates (03/18/2017, 04/28/2017, 06/30/2017, 07/28/2017 and 08/31/2017). Seven different spacing between plants were used, being 5, 10, 15, 20, 25, 30 and 40 cm. The variables used to obtain the leaf area model were leaf area (LA), leaf dry mass and specific leaf area (SLA) of chamomile. The growth variables were dry mass of leaves, reproductive structures and total aerial part of plants, as well as plant height, leaf area index and harvest index. The phenological variables reported were the accumulated thermal time for six subperiods in the interval between sowing and maturation, plastochron and final node number (FNN). The productive variables were the yield of dried floral chapters, yield and essential oil content. The spacing between plants, sowing date and phenological stage did not differ the SLA of the chamomile, being of $133 \text{ cm}^2\text{g}^{-1}$, as it did not differ, it was possible to obtain a single model for the LA estimation of chamomile. The model resulting from the LA data by the integrator presented optimum performance, being indicated for the determination of the LA of the chamomile when there is data of leaves dry mass. For the studied growth variables were no interaction between sowing date and plant spacing for the plants collected at different phenological stages, but both have an isolated effect on the growth of the chamomile. The sowing of March resulted in a greater growth of chamomile, and the sowing of August in smaller. In relation to the spacing between plants the spacing of 25 cm showed greater growth of the plants of chamomile. Regarding the phenological response, it should be noted that the spacing between plants did not influence the phenological development of the plants, but the date of sowing interfered with the thermal sum, plastochron and the final number of nodes. The dates of sowing affect the productivity of floral chapters, the content and productivity of chamomile essential oil. The highest values for these variables occur for the sowing performed on 18.03 and 28.04. There is a linear tendency to reduce the productivity of dry floral chapters of chamomile with increasing plant spacing in the row.

Keywords: *Chamomilla recutita*. Medicinal plant. Meteorological variables. Intraspecific competition. Biomass accumulation.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1

- Figura 1 - Modelo de regressão linear entre a massa seca das amostras de folhas da camomila (x) e sua respectiva área foliar, determinada pelo integrador eletrônico de área foliar..... 31
- Figura 2 - Relação da área foliar determinada pelo integrador eletrônico de área foliar com a área foliar estimada a partir da massa seca das folhas, utilizando o respectivo modelo de regressão linear entre a massa seca e a área das folhas obtidos com um banco de dados independentes com seu respectivo coeficiente de determinação (R^2), Erro Absoluto Médio (EAM, cm^2), Raiz do Quadrado Médio do Erro (RQME, cm^2), índice de Willmott (d), de confiança (c) e classificação de desempenho do modelo. 32

ARTIGO 2

- Figura 1 - Temperaturas mínimas (T_{min} , $^{\circ}\text{C}$) e máximas diárias do ar ($T_{\text{máx}}$, $^{\circ}\text{C}$), radiação solar incidente na superfície ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) e precipitação pluvial (mm) do período de 18 de março a 31 de novembro de 2017, em Santa Maria, RS. 41
- Figura 2 - Massa seca de caule (a) folhas (b), estruturas reprodutivas (c) e da parte aérea (d) de plantas de camomila submetidas à diferentes espaçamentos entre plantas coletadas no estágio vegetativo (VEG), início do reprodutivo (IR), início da floração (IF), plena floração (PF) e final da floração (FF). 45
- Figura 3 - Altura (a) índice de área foliar (IAF, b) e índice de colheita (IC, c) de plantas de camomila submetidas à diferentes espaçamentos entre plantas coletadas no estágio vegetativo (VEG), início do reprodutivo (IR), início da floração (IF), plena floração (PF) e final da floração (FF). 46

ARTIGO 3

- Figura 1 - Temperatura mínima ($T_{\text{Mín}}$, $^{\circ}\text{C}$) e máxima diária do ar ($T_{\text{Máx}}$, $^{\circ}\text{C}$), radiação solar incidente na superfície ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) e precipitação pluviométrica (chuva, mm) do período de 18 de março a 31 de novembro de 2017, e a ontogenia da camomila semeada em diferentes datas, em Santa Maria - RS. (EME= emergência; V4= quatro folhas completamente desenvolvidas; IR= visualização da estrutura reprodutiva da camomila; IF= início da floração; PF= plena floração; MAT= maturação fisiológica). 59
- Figura 2 - Duração dos subperíodos de desenvolvimento que compreendem a emergência (SEM-EME), emergência a quatro nós desenvolvidos (EME-V4), quatro nós desenvolvidos ao início do estágio reprodutivo (V4-IR), início do estágio reprodutivo ao início da floração (IR-IF), início da floração ao pleno floração (IF-PF) e pleno floração à maturação fisiológica (PF-MAT) da camomila, em função da soma térmica calculada (a) e do número de dias (b) para diferentes datas de semeadura 61
- Figura 3 - Regressão linear entre o número de nós (NN) e a soma térmica acumulada para determinação do plastocrono e número final de nós para plantas de camomila com semeadura em 18/03/2017 (a) e 28/04/2017 (b), 30/06/2017 (c), 28/07/2017 (d) e 31/08/2017 (e). 67

ARTIGO 4

- Figura 1 - Produtividade de capítulos florais secos em relação à temperatura média do ar (a) e em relação à média da temperatura máxima do ar (b), e produtividade de óleo

essencial em relação à temperatura média do ar (c) e em relação à média da temperatura máxima do ar (d) ocorridas no estágio reprodutivo da camomila no ano de 2017, em Santa Maria-RS.....	79
Figura 2 - Produtividade de capítulos florais secos de camomila (kg ha^{-1}) em sete diferentes espaçamentos entre plantas nas fileiras no ano de 2017, em Santa Maria-RS.	81

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 2

Tabela 1 - Massa seca de caule (MS Caule, g planta⁻¹), massa seca de folhas (MS Folhas, g planta⁻¹), massa seca das estruturas reprodutivas (MS ER, g planta⁻¹), massa seca da parte aérea (MS PA, g planta⁻¹), altura da planta (H, cm), índice de área foliar (IAF) e índice de colheita (IC, %) de plantas de camomila submetidas à diferentes datas de semeadura coletadas no estágio vegetativo de 10 folhas, início do reprodutivo, início da floração, plena floração e final da floração..... 42

ARTIGO 3

Tabela 1 - Média, desvio padrão (DP, em dias ou °C dia) e coeficiente de variação (CV, %) da duração dos subperíodos de desenvolvimento da semeadura à emergência (SEM-EME), emergência à quatro nós desenvolvidos (EME-V4), quatro nós desenvolvidos ao início do estágio reprodutivo (V4-IR), início do estágio reprodutivo ao, início da floração (IR-IF), início da floração à plena floração (IF-PF), plena floração à maturação fisiológica (PF-MAT) e semeadura à maturação fisiológica (SEM-MAT) da camomila função da metodologia da soma térmica (STa, °C dia) e em função do número de dias do calendário civil (Dia)..... 62

Tabela 2 - Plastocrono e número final de nós (NFN) de camomila. Cv. Mandirituba, semeada em diferentes datas de semeadura em Santa Maria, RS 67

ARTIGO 4

Tabela 1 - Temperatura média do ar (T_{méd}, °C), média da temperatura mínima do ar (Med. T_{mín}, °C), temperatura mínima absoluta do ar (T_{mín Abs}, °C), média da temperatura máxima do ar (Med. T_{máx}, °C), temperatura máxima absoluta do ar (T_{máx Abs}, °C), precipitação pluviométrica acumulada (PP, mm) e radiação solar global incidente na superfície acumulada (R_g, MJ m⁻²) durante o subperíodo vegetativo e reprodutivo da camomila semeada em diferentes datas no ano de 2017, em Santa Maria – RS..... 77

Tabela 2 - Produtividade de capítulos florais secos (kg ha⁻¹), teor de óleo essencial (%) e produtividade de óleo essencial (kg ha⁻¹) de camomila semeada em diferentes datas de semeadura no ano de 2017, em Santa Maria, RS. 78

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 JUSTIFICATIVA	14
1.2 OBJETIVOS	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS, AGRONÔMICAS E USOS DA CAMOMILA	15
2.2 CONTEXTO ATUAL DA CULTURA	17
2.3 FATORES EDAFOCLIMÁTICOS QUE AFETAM O CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DA CAMOMILA	19
2.4 ESPAÇAMENTO ENTRE PLANTAS	21
2.5 HIPÓTESES	23
3. ARTIGO 1 - Estimativa da área foliar da camomila em função da massa seca de folhas	24
INTRODUÇÃO	26
MATERIAIS E MÉTODOS	27
RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
CONCLUSÃO	33
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
4. ARTIGO 2 – Crescimento da camomila em diferentes espaçamento entre plantas e data de semeadura	35
INTRODUÇÃO	37
MATERIAIS E MÉTODOS	38
RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
CONCLUSÃO	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
5. ARTIGO 3 – Desenvolvimento da camomila sob diferentes espaçamentos entre plantas e datas de semeadura	53
INTRODUÇÃO	55
MATERIAIS E MÉTODOS	56
RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
CONCLUSÃO	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
6. ARTIGO 4 – Espaçamento entre plantas e data de semeadura na produtividade e teor de óleo essencial de camomila	71
INTRODUÇÃO	73
MATERIAIS E MÉTODOS	74
RESULTADOS E DISCUSSÃO	76
CONCLUSÃO	83
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
7. DISCUSSÃO	86
8. CONCLUSÕES	90
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
APÊNDICES	95

1. INTRODUÇÃO

A camomila [*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert] é uma espécie utilizada como planta medicinal, ornamental, aromática e para fins cosméticos, sendo as atribuições medicinais da camomila associadas ao seu óleo essencial. O rendimento e a composição do óleo podem sofrer alteração conforme a região de cultivo e as técnicas adotadas ao longo do ciclo da cultura (SALAMON, 1994). No Brasil, o estado com maior produção de camomila é o Paraná com um total de 3000 ha, sendo responsável pela produção de 90% da demanda nacional por plantas medicinais (CORRÊA JÚNIOR; SCHEFFER, 2014). O mercado da camomila está em crescente demanda tanto em nível nacional quanto internacional e o cultivo da camomila em diferentes regiões deve ser fomentado, no sentido de aprimorar o manejo e obter conhecimento para as recomendações de cultivo e o zoneamento agroclimático, visando maior produtividade de capítulos e óleo essencial, bem como maior competitividade no mercado.

No Rio Grande do Sul a camomila vem ganhando espaço principalmente nas pequenas propriedades como opção de diversificação das culturas geradoras de renda extra para o produtor rural, principalmente em áreas de agricultura familiar. Dentre alguns problemas enfrentados pelos produtores de camomila está a alta demanda de mão de obra para as técnicas de controle de plantas daninhas e a colheita. A alta demanda pela mão de obra destinada ao controle de plantas daninhas deve-se a baixa capacidade competitiva da camomila perante as plantas daninhas, devido principalmente à baixa taxa de crescimento inicial. Isso torna necessário o conhecimento da população mínima de plantas a ser estabelecida para que os produtores possam tomar a decisão mais adequada em relação ao replantio das falhas com mudas ou mesmo a ressemeadura total. A colheita da camomila, por ser uma prática na maior parte das vezes, manual, também se torna uma atividade que demanda muito mão de obra, aumentada ainda mais pelo alto número de colheitas ao longo do ciclo da cultura, o que se deve à heterogeneidade da emissão de hastes secundárias e de capítulos florais nas lavouras em geral.

Um método cultural que visa aumentar a capacidade competitiva da cultura em detrimento das plantas daninhas e também visa à homogeneidade da lavoura pode ser a elevação da densidade de plantas. Além disso, pelo fato da camomila apresentar sementes pequenas, é frequente a ocorrência de falhas na emergência, o que pode resultar em densidade de plantas insuficiente para alcançar uma produtividade que gere retorno econômico. Na literatura há grande diferença entre a menor e a maior densidade indicada,

sem a devida justificativa técnica. Diante desse quadro, permanece o problema da dúvida de qual é a densidade ideal de plantas e qual o aumento da população de plantas que afeta significativamente a produtividade e o rendimento em óleo e se essas variáveis apresentam interação com as diferentes condições meteorológicas durante o ciclo decorrentes das diferentes datas de semeadura.

A definição da data de semeadura é um ponto chave no manejo das culturas agrícolas, sendo uma prática de manejo que pode ser crucial para a maximização do potencial produtivo das culturas, sem que haja um aumento nos custos de produção. A escolha da data de semeadura deve ser feita de forma correta para que seja possível coincidir as condições meteorológicas mais favoráveis às necessidades das plantas nos seus diversos estádios de desenvolvimento. Logo, para que uma produção tenha sucesso, principalmente para que se mantenha uma relação comercial competitiva e lucrativa, a determinação da data de semeadura é crucial.

Por essa falta de informações, muitas vezes o produtor acaba não tomando as melhores decisões referentes ao espaçamento entre plantas e data de semeadura, podendo causar perdas produtivas e econômicas. Assim como para o espaçamento entre plantas, não há uma recomendação referente à melhor data de semeadura para a região central do estado do Rio Grande do Sul, tampouco existem estudos que comprovem se há interação positiva ou negativa com o espaçamento entre plantas para a cultura da camomila, sendo este um problema que precisa ser esclarecido.

Visando a ampliação da área cultivada da camomila em regiões de clima subtropical úmido como uma opção rentável para os produtores da agricultura familiar, optou-se pela realização de estudos, e em especial, a determinação da melhor data de semeadura e a determinação de qual o espaçamento entre plantas é ideal para a obtenção do máximo crescimento, desenvolvimento, produtividade de capítulos e teor de óleo essencial de camomila.

1.1 JUSTIFICATIVA

A data de semeadura e o espaçamento entre plantas são técnicas agrícolas muito importantes em um sistema agrícola e afetam diretamente o crescimento, desenvolvimento, a produtividade e o teor de óleo da camomila (MOHAMMAD et al., 2010; RAMOS et al., 2004). Apesar de ser uma cultura que está em crescente aumento de demanda, não há um consenso entre os pesquisadores sobre o espaçamento entre

plantas mais apropriada para a camomila. Para as condições climáticas da região central do Rio Grande do Sul, indicações sobre o adequado manejo do espaçamento entre plantas para cada data de semeadura carecem de informações científicas.

1.2 OBJETIVOS

Avaliar o crescimento, desenvolvimento, produtividade e teor do óleo essencial da camomila em diferentes datas de semeadura e espaçamento entre plantas para regiões de clima subtropical úmido.

Determinar as necessidades bioclimáticas para o crescimento e desenvolvimento da planta de camomila, em diferentes espaçamentos entre plantas e datas de semeadura.

Avaliar o efeito do espaçamento entre plantas e da data de semeadura no índice de área foliar e na partição da massa seca da planta de camomila.

Definir relações entre as variáveis meteorológicas associadas com a data de semeadura e a produtividade de óleo essencial de camomila.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS, AGRONÔMICAS E USOS DA CAMOMILA

A camomila [*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert] é uma dicotiledônea anual, pertencente à família Asteraceae. Quanto a sua morfologia, a camomila destaca-se por ser uma planta herbácea de hábito ereto. A altura da planta varia de 20 a 80 cm, de acordo com as condições meteorológicas da região (MOHAMMAD; PAZOKI, 2015) e a fertilidade do solo. Seu sistema radicular possui característica de ser curto e difundido principalmente na camada superior do solo (HADI et al., 2015). Suas folhas são pinadas, com segmentos lineares e dispostos alternadamente no caule. Seus capítulos florais, agrupados em corimbos, são compostos por dois tipos de flores: flores centrais hermafroditas, actinomorfas, de corola tubulosa e amarela, e flores marginais femininas, zigomorfas, de corola ligulada, branca, sendo as flores agrupadas sobre um receptáculo cônico (AMARAL, 2005). Os frutos da camomila, denominados de cipselas, são pequenos e de coloração marrom-amarelada. Como particularidade, as sementes de camomila apresentam a característica de serem fotoblásticas positivas, ou seja,

necessitam de luminosidade para a germinação das plantulas (CORRÊA JÚNIOR; SCHEFFER, 2013), o que exige condições especiais de preparação do solo e técnica de semeadura.

É uma espécie utilizada como planta ornamental aromática, cosmética e principalmente para uso medicinal, sendo que muitas das propriedades medicinais da camomila são atribuídas a seu óleo essencial. O óleo essencial da camomila é um metabolismo secundário, substância essa que não está relacionada diretamente com o crescimento e desenvolvimento vegetal, porém a planta o produz para se defender de alguma infecção e atrair polinizadores ou dispersores de semente (HARBORNE, 1999). Os óleos essenciais são produzidos por estruturas secretoras especializadas, como pelos glandulares, células parenquimáticas e canais oleíferos, existindo irregularidade de distribuição do óleo essencial em uma planta. Na sálvia, alecrim e hortelã, o óleo essencial está presente principalmente nas folhas, na canela está no caule e na camomila o óleo essencial está mais concentrado nos capítulos florais, contendo óleo essencial também nas folhas, caule e raízes, porém em baixas concentrações (SINGH et al., 2011).

Os óleos essenciais podem ser uma mistura complexa de substâncias voláteis, lipofílicas, com baixo peso molecular, odoríferas e líquidas, e muitas vezes, como no caso da camomila, ser de natureza terpênica, e em geral são extraídos das partes vegetais através do método de arraste a vapor d'água (MORAIS, 2009). Quando em temperatura ambiente, os óleos essenciais apresentam aspecto oleoso, tendo como principal característica a volatilidade. Mais de 120 componentes químicos foram identificados no óleo essencial da camomila como metabolitos secundários, sendo os principais o alfa-bisabolol, camazuleno, camaviolino, flavanóides, apigenina, taninos, matricina, cumarinas, polissacarídeos entre outros (ANDRZEJEWSKA; WOROPAJ-JANCZAK, 2014). A qualidade do óleo essencial da camomila, também comumente chamado de óleo azul, pode ser avaliada pela intensidade dessa coloração: quanto mais azul é o óleo, de melhor qualidade ele é, fato que se deve à cor azul que é associada à presença de terpenos, principalmente o camazuleno (SINGH et al., 2011).

O óleo essencial extraído dos capítulos florais da camomila se destina principalmente a indústria farmacêutica e dentre as principais propriedades medicinais do óleo essencial da camomila está o efeito anti-inflamatório, anti-espasmódico, antibacteriano, calmante, controle de distúrbios do sono, digestão, cicatrização de feridas, cólica infantil, dores de dentição e assaduras (RODRÍGUEZ et al., 1996; SHARAFZADEH; ALIZADEH, 2011). Por isso, a camomila está incluída na

farmacopeia de mais de 26 países (SINGH et al., 2011). Na farmacopeia brasileira, para ser considerada droga vegetal oficial, a camomila precisa apresentar um teor mínimo de 0,4 % de óleo essencial (CORRÊA JÚNIOR, 1994).

Além do uso para fins farmacêuticos, o óleo essencial da camomila é amplamente utilizado em produtos de indústria alimentar, perfumaria e cosméticos. Sendo utilizada também na produção de licores finos. As flores secas de camomila também estão em grande demanda para uso em infusão e óleo de massagem para bebês. Devido a suas extensas propriedades farmacológicas e farmacêuticas o óleo de camomila está entre os mais utilizados e valorizados em nível internacional, possuindo elevado valor econômico e está em crescente demanda (BORSATO et al., 2008).

2.2 CONTEXTO ATUAL DA CULTURA

Originária da Europa e oeste da Ásia, a camomila está amplamente distribuída por todo globo terrestre, o que se deve a adaptabilidade a uma ampla variedade de solos e climas (SALIMI et al., 2016), sendo considerada uma boa alternativa para áreas com problemas de salinidade e déficit hídrico (RAZMJOO et al., 2008).

Amplamente produzida na Argentina, Egito, França, Alemanha, Hungria e Brasil (SINGH et al., 2011), a camomila possui uma estimativa de área plantada de aproximadamente 20 mil ha (BRABANDT; EHLERT, 2011). Valores precisos da produção em todo o mundo são difíceis de encontrar, devido à pequena escala de produção de camomila e ao fato das estatísticas geralmente não citarem a camomila em separado das outras plantas medicinais.

No Brasil, a camomila foi introduzida pelos colonizadores europeus há mais de um século e é considerada a principal planta medicinal produzida. O cultivo de plantas medicinais ocorre principalmente no estado do Paraná, sendo que atualmente este estado atende 90% da demanda nacional. Cerca de 3.000 ha são cultivados com a camomila no Paraná, com produção anual de 1.500 toneladas de flores secas e valor bruto de produção no ano de 2013 de doze milhões de reais, representando fonte alternativa de renda para os pequenos produtores do estado (CORRÊA JÚNIOR; SCHEFFER, 2014). O cultivo comercial de camomila no estado do Paraná é realizado utilizando somente a cultivar Mandirituba, a qual foi melhorada através de seleção pelos agricultores para se adaptar as condições da região de Mandirituba-PR (CORRÊA JÚNIOR, 1995).

Em reunião realizada em 1977, a Organização Mundial de Saúde (OMS) estimou que cerca de 80% da população mundial utiliza a medicina tradicional, com o uso de plantas medicinais, para satisfazer suas necessidades de cuidados primários de saúde e que em muitas vezes o uso de plantas medicinais é a única alternativa viável para o tratamento de doenças (PINTO et al., 2006). A população brasileira, através de informações repassadas entre as diferentes gerações, guarda um saber muito relevante sobre o uso dos recursos vegetais no combate de enfermidades (BADKE et al., 2011). No Brasil, a medicina tradicional com abordagens à saúde começou a ganhar visibilidade principalmente a partir da década de 1980, com a criação do Sistema Único de Saúde (SUS). Posteriormente ganhou um maior impulso com a criação do Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos (PNMF), em 2006, que visa principalmente melhorar o acesso da população a plantas medicinais e fitoterápicas no SUS no Brasil. Com a criação do PNMF tem-se intensificado o cultivo de plantas medicinais e a necessidade de desenvolvimento de técnicas de manejo eficientes para promover maior produtividade destas espécies. Para atender à constante evolução na demanda, consequência do interesse dos brasileiros por terapias naturais (MELO, 2007), surge a necessidade de aumento da área de cultivo e da produtividade, tornando o desenvolvimento de pesquisas primordial, inclusive para a padronização da qualidade e composição.

Em comparação a camomila produzida na Argentina e Europa, que produz em média de 800 kg de flores secas ha^{-1} , a produção no Brasil caracteriza-se pela baixa qualidade e produtividade, com média 500 kg de flores secas ha^{-1} (CORRÊA JÚNIOR; TANIGUCHI, 1992), porém Silva Jr. (1997) encontrou produtividade de capítulos florais de até 886 kg ha^{-1} , e com alto rendimento de óleo essencial. O teor de camazuleno nas flores depende da origem e idade das flores, bem como o seu decréscimo é decorrente do tempo de armazenamento. A maior produtividade e qualidade da camomila brasileira poderá ser atingida através do conhecimento dos fatores que afetam o crescimento, desenvolvimento, produção dos capítulos florais e a composição química quantitativa e qualitativa do óleo essencial. Portanto, deve-se conhecer a resposta da planta em relação as mais distintas condições meteorológicas e como a planta responde a competição em diferentes espaçamentos entre plantas.

2.3 FATORES EDAFOCLIMÁTICOS QUE AFETAM O CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DE CAPÍTULOS FLORAIS E ÓLEO ESSENCIAL DA CAMOMILA

Para a planta produzir óleo essencial em quantidade significativa, acima de 0,4% mínimo requerido pela farmacopeia brasileira (CORRÊA JÚNIOR, 1994), ela necessita de condições adequadas de alguns fatores externos que são importantes para o seu desenvolvimento. Dentre estes fatores pode-se destacar a temperatura do ar, a radiação solar, a umidade do ar e do solo (DI STASI et al., 1996). A camomila é considerada uma planta pouco exigente quanto às qualidades físicas e químicas do solo, porém altas produtividades são encontradas quando cultivada em solos francos, sem compactação, férteis e bem permeáveis, não tolerando a acidez do solo, sendo que a melhor faixa de pH ocorre em torno de 6,0 a 7,0 (SILVA JR., 1997).

Apesar de ser considerada tolerante ao déficit hídrico, não suporta longos períodos de estiagem, pois pode acarretar em atraso na floração e redução na produtividade (SILVA JR., 1997). Condições ótimas para o crescimento e boa produtividade de capítulos florais da camomila estão em um intervalo de temperatura média de 7 a 26 °C, com dias longos, alto índice de radiação solar e baixa umidade relativa do ar (ROSSATO et al., 2012; ALBERTS, 2009). A temperatura basal da camomila durante o estágio vegetativo é de 6,5 °C, e a temperatura do ar ótima encontra-se na faixa de 20 a 25 °C (MOHAMMAD, 2011). Para produzir altas concentrações de camazuleno a temperatura média diária do ar deve ser 25 °C e durante a noite deve ocorrer redução da temperatura média do ar para 15 °C (SALAMON, 2007). É resistente a geadas no período vegetativo, porém geadas fortes no período reprodutivo podem trazer danos à produção de capítulos florais. A formação do capítulo floral e teor de óleo essencial da camomila também são influenciados pelo fotoperíodo, sendo uma planta de dia longo, podendo ser induzida em valores acima de 8 horas ao estágio reprodutivo (SALAMON, 2007), significando que para a latitude da realização do atual trabalho sempre haverá indução à antese.

Formisano et al. (2015), testando o cultivo da camomila em treze locais com variação de 81 a 675 metros de altitude na região centro-sul da Itália, associaram o aumento da altitude com o aumento da produção de capítulos florais, devido à diminuição da temperatura média do ar com o aumento da altitude. Inferiram que é possível alcançar boas produtividades, desde que haja boa disponibilidade hídrica, correlacionando o déficit hídrico do solo com a menor produção de capítulos florais secos e rendimento de óleo.

Seidler-Lozykowska (2010), cultivando camomila durante 13 anos na Polônia mostrou que a alta temperatura do ar e radiação solar intensa têm um efeito negativo sobre o teor de óleo essencial, mas aumentam a quantidade de alfa-bisabolol nas diferentes cultivares avaliadas.

Salamon (1994), testando o cultivo da camomila em três diferentes anos e em três localidades distintas na Eslováquia, concluiu que as características quantitativas do teor de óleo da camomila tiveram diferenças entre os anos e as localidades, fato que não ocorreu para as características qualitativas do óleo essencial. Assim, o teor de óleo essencial é influenciado pelas condições ambientais de crescimento e desenvolvimento da cultura, mas o trabalho de Salamon (1994) a qualidade não se alterou como verificado por Seidler-Lozykowska (2010).

Desse modo, ao implantar uma cultura em uma região em que não se possui tradição de cultivo, uma das primeiras informações necessárias é como se dá a resposta da planta no local, para a data de semeadura mais indicada. A interação entre os fatores ambientais e a planta define a data de semeadura, e esta interação por sua vez altera as respostas agrônômicas das culturas agrícolas, sendo a data de semeadura a variável que, sem investimentos, produz maior impacto sobre o rendimento das culturas (PEIXOTO et al., 2000).

Portanto, a correta determinação da data de semeadura é fundamental para obter a produtividade potencial de cada variedade em cada região. Atrasos na data de semeadura adequada causam diminuição da fotossíntese líquida (CIRILO; ANDRADE, 1996), devido principalmente à mudança na temperatura média diária do ar, radiação solar e umidade relativa do ar, e conseqüentemente, há redução do crescimento, desenvolvimento e produtividade de plantas. Assim, a planta é influenciada além de fatores ambientais, também por fatores genéticos e somente com a adequada combinação destes dois é possível obter o rendimento máximo.

Para o estado do Paraná, Dalla Costa (2001) indica um período de semeadura da camomila de março a agosto e Silva JR (1997) indica semeadura de março a abril. Para o estado do Rio Grande do sul não existe indicação oficial da data de semeadura preferencial para a cultura da camomila. Por esse motivo surge à necessidade de se determinar a data de semeadura que permita a planta da camomila expressar melhor seu potencial produtivo, visto que a determinação correta da data de semeadura é umas das principais decisões a serem tomadas, pois tem forte influência na produtividade e no teor do óleo essencial (MOHAMMAD et al., 2010).

2.4 ESPAÇAMENTO ENTRE PLANTAS

A semente de camomila, por ser fotoblástica positiva, não pode ser recoberta por solo, devendo ser semeada superficialmente com posterior passagem de um rolo liso para que a semente seja levemente pressionada ao solo para dar início ao processo germinativo (DALLA COSTA, 2001). Por ser depositada superficialmente e ter tamanho pequeno, a semente de camomila pode sofrer estresses bióticos e abióticos, comprometendo a viabilidade da semente, vindo a reduzir o estande de plantas. O conhecimento da população mínima de plantas a ser estabelecida para que os produtores possam tomar a decisão mais adequada em relação ao replantio das falhas com mudas, ou mesmo a ressemeadura total é uma informação de extrema importância e que necessita ser gerada.

Entretanto, com a concretização das técnicas de semeadura específicas e a utilização de peletização nas sementes, mesmo que de modo caseiro com o uso de fubá e água, tem-se possibilitado a semeadura da camomila com semeadoras. O cultivo da camomila em fileiras de plantas apesar de exigir mais mão de obra do que a semeadura a lanço, facilita a capina e tem levado a produtividades superiores. Concomitante ao aumento da produtividade adquirida com a semeadura em linha, ocorreu o aumento da infestação por plantas daninhas nas lavouras de camomila (CORRÊA JÚNIOR et al., 1994).

A menor velocidade de emergência, o baixo crescimento e desenvolvimento inicial da camomila e o longo período que se estende da semeadura até a colheita dos capítulos florais, em torno de 120 dias, tornam a planta suscetível à concorrência com plantas invasoras (SILVA JR., 1997), o que contribui para o aumento de impurezas no produto colhido. Geralmente são necessárias 3 a 4 capinas durante o ciclo de cultivo da camomila para se obter boa colheita, sendo o período de até 40 dias após a semeadura o mais crítico e sensível à competição interespecífica (SINGH et al., 2011). Nesse sentido é necessário conhecer a evolução do índice de área foliar da camomila até a antese, no sentido de permitir a modelagem da capacidade de competição por luz, mesmo que haja mais dificuldade na determinação da área foliar para a camomila do que em geral para outras culturas. A aplicação de herbicidas para o controle de ervas daninhas, após a emergência da camomila não é recomendada, pois a contaminação por resíduos tóxicos e ou alteração da composição, pode causar mais malefícios do que benefícios no tratamento de doenças, além de causar diminuição dos princípios ativos (SILVA JR., 2006).

Nesse contexto, um método cultural que visa aumentar a capacidade competitiva da cultura em detrimento das plantas daninhas é a utilização de menores espaçamentos entre plantas na linha de semeadura. Dentro de certos limites, ao se aumentar a densidade de plantas da cultura de interesse agrônômico em uma determinada área, incrementa-se a capacidade competitiva, e geralmente, à medida que se aumenta a densidade de plantas, ocorre mais rapidamente o sombreamento do solo e plantas indesejadas menores, aumentando a eficiência das medidas empregadas no controle das plantas daninhas (PITELLI, 1987). Fernandes et al. (1999), testando diferentes densidades de semeadura de leguminosas, concluíram que a densidade de plantas apresenta forte influência sobre o controle de plantas daninhas, reduzindo a competição interespecífica em decorrência do maior sombreamento.

Dentre os fatores estressantes que podem interferir na produtividade, teor e composição do óleo essencial da camomila estão as diferentes densidades de plantas. Porém, segundo Martins et al. (1998), os produtores de camomila utilizam densidades de semeadura variável, sendo que os espaçamentos recomendados para a cultura da camomila estão entre 0,20 a 0,60 m entre plantas e fileiras (RAMOS et al., 2004). Ramos et al. (2004), testando diferentes espaçamentos de plantas em camomila, obtiveram maior produtividade de capítulos florais com a densidade de 24 plantas m², enquanto Pirzad et al. (2010) indicaram uma densidade semelhante, de 25 plantas m², diferindo de Silva Jr (1997) que correlacionou maior produtividade com densidade de semeadura de 12 plantas m² e Johri et al. (1991) que recomendaram uma densidade de 10 plantas m².

Na cultura do trigo e também em outras gramíneas a utilização de maior densidade de plantas pode resultar em menor taxa de formação de perfilhos, o que torna a lavoura mais homogênea. Quando a densidade é menor há mais espaço para a planta emitir perfilhos do colmo principal, ocorrendo maior heterogeneidade na formação das panículas e menor produtividade já que geralmente panículas originadas dos perfilhos são de menor tamanho do que a do colmo principal. Cultivares de trigo com menor capacidade de perfilhamento são dependentes de elevada densidade de semeadura, já que possuem menor efeito compensatório do número de espigas por unidade de área, apesar de apresentarem maior fertilidade de espiguetas e maior massa de grãos por planta (SCHEEREN et al., 1995; MOTZO et al., 2004). Na camomila o aumento da densidade de semeadura diminui o número de ramificações (PIRZAD et al., 2010), porém não há estudos mostrando se isso aumenta a homogeneidade da antese, diminuindo assim o número de colheitas e, conseqüentemente, seu custo operacional.

Outra atividade que demanda alta utilização de mão de obra é a colheita da camomila, sendo responsável por uma parte importante do custo de produção. Na produção comercial, os capítulos florais da camomila geralmente são colhidos com um a três repasses com intervalos de 8 a 15 dias, dependendo das cultivares e das condições de meteorológicas (LETCHAMO, 1996), porém a colheita única tende a reduzir a produtividade e aumentar a heterogeneidade dos capítulos colhidos.

Visando a ampliação da área cultivada da camomila, para a região central do Rio Grande do Sul, como opção para os produtores da agricultura familiar, deve optar-se pela realização de estudos que avaliem as respostas das plantas de camomila às condições ambientais dessa região, em especial, à data de semeadura confrontada com os diferentes espaçamentos entre plantas em relação ao seu crescimento, desenvolvimento, produtividade de capítulos e produção de metabólitos secundários.

2.5 HIPÓTESES

É possível que exista um nível crítico de população mínima e máxima de plantas em cada data de semeadura que não afeta significativamente o crescimento, o desenvolvimento, a produtividade dos capítulos florais e o teor do óleo essencial da camomila em regiões de clima subtropical.

3. ARTIGO 1 - Estimativa da área foliar da camomila em função da massa seca de folhas

RESUMO: A camomila destaca-se por suas propriedades medicinais, mas também é utilizada para fins cosméticos e na ornamentação e aromatização de ambientes. O conhecimento da área foliar específica (AFE) e do índice de área foliar (IAF) são importantes variáveis para a quantificação direta ou indireta do crescimento, desenvolvimento e de produtividade das plantas, mas por dificuldade de mensuração da área foliar da camomila há carência dessas informações. Por possuir muitas folhas e de pequeno tamanho, a mensuração da área foliar por métodos diretos, como o uso de integrador de área foliar é uma atividade muito trabalhosa e demorada, sendo a utilização da massa seca das folhas uma variável promissora para a estimativa da área foliar, por ser de determinação mais simples. Por ser uma importante medida de avaliação do crescimento vegetal, o presente trabalho tem como objetivo obter um modelo de estimativa da área foliar da camomila através da massa seca das folhas. O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, onde foram coletadas folhas das plantas de camomila, conduzidas em duas datas de semeadura (18/03 e 30/06/2017), em diferentes densidades de plantas (66, 33, 22, 16, 13, 11 e 8 plantas m²), sendo a coleta das plantas realizada na fase vegetativa e reprodutiva das plantas. A determinação da área foliar foi realizada pelo método de integração eletrônica de área foliar e após as amostras foram secas para a determinação da massa seca das amostras de folhas que tiveram sua área medida. Para a obtenção do modelo de estimativa de área foliar da camomila, metade dos dados foram utilizados para o ajuste do modelo e a outra metade para a avaliação do modelo. A área foliar específica encontrada foi de 133 cm²g⁻¹, não diferindo entre as datas de semeadura, densidade de plantas e fase fenológica de coleta de plantas. A área foliar medida com o integrador eletrônico de área foliar tem alta correlação com a massa seca foliar da camomila, inferindo-se que o modelo resultante dos dados disponíveis de área foliar pelo integrador pode ser indicado para a determinação da área foliar da camomila quando há dados de massa seca das folhas.

PALAVRA-CHAVES: *Chamomilla recutita*. Modelos matemáticos. Índice de área foliar. Área foliar específica.

Leaf area estimation in chamomile as a function of leaf dry matter

ABSTRACT: Chamomile is known for its medicinal properties, being also used for the ornamentation and aromatization of environments and for cosmetic purposes. The knowledge of the variables specific leaf area (SLA) and leaf area index (LAI) is important for direct or indirect quantification of plant growth, development and yield. However, there is a lack of these informations due to the difficulty in measuring the leaf area of chamomile. Measuring leaf area by direct methods, such as the use of leaf area integrator is a very laborious and time consuming activity because the plant has many leaves and with small size. The use of leaf dry matter is a promising variable for the leaf area estimation. As an important measure to evaluate plant growth, the present study aimed to obtain a model for chamomile leaf area estimation through leaf dry matter. The experiment was performed in the experimental area of the Department of Plant Science in the Federal University of Santa Maria, conducted in two sowing dates (March 18 and June 30, 2017) at different plant densities (66, 33, 22, 16, 13, 11 and 8 plants m⁻²). The leaves of chamomile plants were collected in the plant vegetative and reproductive phases. The leaf area determination was performed using the electronic integration method of leaf area and after the samples were dried to determine the leaf dry matter of the measured samples. In order to obtain the chamomile leaf area estimation model, half of the data were used to fit the model and the other half to evaluate the model. The obtained mean of specific leaf area was 133 cm²g⁻¹, with no differences between sowing dates, plant densities and phenological phases of plant. The leaf area measured with the electronic leaf area integrator exhibited high correlation with chamomile leaf dry matter and the resulting model of leaf area data by the integrator presented optimum performance. So, this model can be indicated for leaf area determination of chamomile when there is availability of leaf dry matter data.

KEYWORDS: *Chamomilla recutita*. Mathematics models. Leaf area index. Specific leaf area.

INTRODUÇÃO

Dentre os principais usos da camomila [*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert] destaca-se o medicinal, porém ela também pode ser utilizada para a ornamentação e aromatização de ambientes além de ser muito utilizada para fins cosméticos. No Brasil é a planta medicinal mais cultivada (CORRÊA JÚNIOR; SCHEFFER, 2014).

Com o aumento do interesse da população nas terapias naturais pelo uso de plantas medicinais e fitoterápicos, há um aumento na demanda por este grupo de plantas (MELO, 2007), que, por consequência, exige o aumento na produção e produtividade das culturas. Desse modo, com a maior exigência de produtos medicinais no mercado, torna-se primordial o desenvolvimento de pesquisas que auxiliem na compreensão de como a planta se desenvolve e quais são os fatores que potencializam sua produtividade. Informações referentes à área foliar específica (AFE) e ao índice de área foliar (IAF) são importantes para a quantificação do crescimento, desenvolvimento e produtividade e em sua estimativa através da modelagem mecanística.

Caracterizada como a razão entre a superfície de captura de luz de uma folha por unidade de investimento de massa seca, a AFE é uma importante variável para a mensuração de estresses que ocorrem ao longo do ciclo da planta e, indiretamente, pode ser associada à vida útil das folhas. Espécies com baixa AFE investem mais matéria seca por folha e, muitas vezes, têm baixas taxas de crescimento relativo e taxas líquidas de fotossíntese, mas têm maior longevidade de folhas; já espécies de alto nível de AFE investem menos matéria seca por folha, crescendo rapidamente e tendo ciclo de desenvolvimento mais curto (REICH; WALTERS; ELLSWORTH, 1992). No entanto, a interceptação da radiação solar é diretamente condicionada ao IAF e a arquitetura dos elementos do dossel das plantas, sendo que, o processo fotossintético depende não só da interceptação da energia luminosa, mas também da eficiência da planta na sua conversão em energia química (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Medidas precisas de IAF são necessárias para o acompanhamento das mudanças que ocorrem na planta ao longo do ciclo de desenvolvimento e a relação dessas com os diferentes fatores bióticos e abióticos, sendo o seu conhecimento importante, principalmente no que se refere ao manejo fitossanitário das culturas. Considerando que o IAF é a relação entre a área foliar e a área de solo ocupada pela cultura, o conhecimento da área foliar é imprescindível. Há muitos métodos de se medir e/ou estimar a área foliar das plantas, sendo eles diretos ou indiretos. Nos métodos diretos são realizadas medições

diretamente na folha. Nos indiretos se utiliza alguma variável que seja determinante para a área foliar medida, podendo ser estabelecida uma correlação significativa e modelos de estimativa. Dentre os métodos mais utilizados e convencionais para a determinação da área foliar estão o método das dimensões foliares, o método de discos foliares e os integradores eletrônicos de área foliar.

A camomila, além de possuir muitas folhas de pequeno tamanho, em média inferiores a 5 cm, tem folhas pinadas com segmentos lineares, o que dificulta sua mensuração através das dimensões foliares. Por ser uma atividade onerosa e demorada, a mensuração pelo uso de integrador de área foliar é pouco utilizada, outra desvantagem é o elevado custo de aquisição do aparelho.

Uma alternativa mais simples e rápida é a utilização da massa seca das folhas para estimar a área foliar, como foi feito para o algodão por Monteiro et al. (2005), bem como para espécies arbóreas do cerrado (SCALON; FRANCO, 2007), apresentando coeficientes geralmente estáveis. Sendo a área foliar uma importante medida para avaliação do crescimento vegetal, o presente trabalho tem como objetivo obter um modelo de estimativa da área foliar para a camomila através da massa seca foliar.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) (latitude: 29° 43' 23''S, longitude: 53° 43' 15''W e altitude: 95 m). O clima da região, conforme a classificação de Köppen, é do tipo fundamental Cfa, caracterizado como subtropical úmido com verão quente e precipitação pluvial normal, distribuída de forma uniforme nas quatro estações do ano, com média de 1712 mm anuais (HELDWEIN; BURIOL; STRECK, 2009). O solo da área experimental pertence à Unidade de Mapeamento São Pedro, sendo classificado como Argissolo Vermelho Distrófico arênico (EMBRAPA, 1999).

As sementeiras do experimento ocorreram em 18 de março e 30 de junho de 2017, utilizando a cultivar Mandirituba, com sementes adquiridas de produtores do município de Mandirituba - PR. A sementeira foi realizada em linha, após prévia aragem e gradagem da área, a fim de proporcionar melhores condições iniciais de desenvolvimento para as plantas. A adubação foi realizada com base na análise de solo e nas necessidades da cultura da camomila (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC, 2004). Capinas eventuais foram efetuadas ao longo do ciclo das plantas, a fim de

evitar danos causados pela competição de plantas daninhas, sendo este o único trato cultural realizado. No transcorrer do experimento não houve incidência de pragas e doenças, não requerendo intervenções de controle. Irrigação complementar foi realizada por gotejamento na área experimental, para que o desenvolvimento da camomila não fosse influenciado pelo estresse por déficit hídrico.

Após a emergência das plantas foi realizado desbaste nas duas áreas para aplicação dos tratamentos com diferentes espaçamentos entre plantas. O espaçamentos adotados foram de 30 cm entre linhas e 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 40 cm entre plantas, totalizando densidades de 66 plantas m⁻², 33 plantas m⁻², 22 plantas m⁻², 16 plantas m⁻², 13 plantas m⁻², 11 plantas m⁻², e 8 plantas m⁻², respectivamente. Em cada área experimental foram alocados os sete espaçamento entre plantas, cada um com quatro repetições, totalizando 28 unidades experimentais por data de semeadura. Cada unidade experimental foi composta por 10 fileiras de plantas, com dimensões de 3 x 3 m, perfazendo uma área total de 9,0 m² e área útil de 4 m².

Para as análises foram realizadas seis coletas por data de semeadura, coletando-se duas plantas por parcela a cada avaliação. Dessas seis coletas, três foram realizadas na fase vegetativa e as outras três na fase reprodutiva.

O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, em esquema trifatorial com quatro repetições. O fator A foi composto pelas datas de semeadura (18 de março e 30 de junho de 2017), o fator B pelas sete diferentes densidade de plantas (66, 33, 22, 16, 13, 11 e 8 plantas m⁻²) e o fator C foi pelas fases de desenvolvimento das plantas (vegetativa e reprodutiva). Assim, foram coletadas um total 336 plantas de camomila para a análise da área foliar e de sua relação com a massa seca de folhas.

A partir da coleta, as folhas foram retiradas das plantas, sendo que, o número de folhas de cada amostra analisada por planta variou de dez até todas as folhas da planta. Portanto, as folhas de cada amostra foram retiradas aleatoriamente da planta, sendo essas de diferentes tamanhos e localizações na planta. A determinação da área foliar foi realizada pelo método da integração eletrônica de área foliar.

Para a medida de área foliar foi utilizado o integrador de área foliar modelo Li-3000 da Licor, onde cada folha foi passada individualmente pelo sensor eletrônico de aproximação retangular que fornece uma resolução de 1 mm². Após determinada a área foliar das folhas de camomila as amostras de folhas de cada planta foram acondicionadas em sacos de papel e secadas em estufa ventilada e aquecidas a 60 °C até que as amostras

obtiveram peso constante. Após as folhas estarem secas estas foram pesadas em balança de precisão, com resolução de 0,001 g, para a determinação da massa seca das amostras de folhas que tiveram sua área medida.

Com os dados de massa seca das amostras de folhas e da respectiva área foliar medida pelo integrador de área foliar foi possível a realização do cálculo da área foliar específica da camomila ((área de folha (cm²) /massa de folha(g)). A normalidade dos erros desses dados foram testados pelo teste de Shapiro Wilk e a homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett, ambos pelo software Action® 2.5. A fim de atender as pressuposições do modelo matemático, foi utilizada a metodologia Box Cox para a transformação adequada dos dados. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo Teste F a 5% de probabilidade com o auxílio do software Sisvar® (FERREIRA, 2011) e apresentando significância, as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade, pelo software Sisvar®. As médias das variáveis transformadas foram apresentadas com os valores originais.

Para a estimativa de área foliar da camomila metade dos dados foram utilizados para o ajuste do modelo. Para isso foi realizada a comparação entre a massa seca das folhas e a área foliar obtida pelo integrador, onde os dados gerados foram submetidos à análise de regressão, com obtenção da equação da regressão. Com a outra metade dos dados foi realizada a avaliação do modelo, comparando os dados observados de área foliar medida pelo integrador de área foliar e os respectivos dados estimados pelo modelo a partir da área foliar. Portanto, para a estimativa dos dados de área foliar, a massa seca das folhas foi aplicada na equação da regressão gerada com o outro banco de dados de massa seca das folhas e a área foliar obtida pelo integrador de área foliar.

Foram utilizados os seguintes indicadores estatísticos para avaliação do desempenho do modelo: erro absoluto médio (EAM); coeficiente de determinação (R²), raiz do quadrado médio do erro (RQME), índice de concordância de Willmott (d) e índice de confiança (c) determinado conforme Camargo e Sentelhas (1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores da massa foliar específica, calculada através da área foliar medida pelo método integrador de área foliar, não apresentaram diferença estatística significativa quando submetidos à análise de variação para os fatores testados (data de semeadura, densidade de plantas e fase fenológica) e também não houve interação entre os fatores

(Apêndice A). Por não haver diferença significativa entre a área foliar específica calculada a partir da área foliar do integrador de área foliar, com coeficiente de variação de 11%, infere-se que é possível o uso da massa foliar específica média de $133 \text{ cm}^2\text{g}^{-1}$ para todos os tratamentos testados.

Segundo Pereira e Machado (1987) a AFE permanece constante ou possui pouca variação ao longo do ciclo de crescimento das culturas. Geralmente tem-se diferença na área foliar específicas de culturas quando estas são submetidas à condições abióticas estressantes, como condições inadequadas de incidência luminosa, fertilidade e condição hídrica do solo, não sendo observada diferenças de AFE em resposta às técnicas de manejo adotadas no cultivo, como a densidade de plantas (GALMES et al., 2005; DWYER;.HOBBS; MAYFIELD, 2014). Mudanças provocadas pelas alterações das variáveis meteorológicas decorrentes da data de semeadura podem causar alteração na área foliar específica, principalmente pela variação brusca no saldo de radiação e precipitação pluviométrica, a modo de se adaptarem e explorarem melhor o ambiente e os recursos disponíveis (DWYER; HOBBS; MAYFIELD, 2014). Como o experimento possuía sistema de irrigação e na região de Santa Maria as precipitações pluviais são bem distribuídas ao longo do ano (HELDWEIN; BURIOL; STRECK, 2009) e a radiação solar estava dentro dos limites necessários para o pleno crescimento das culturas infere-se que não houve alteração micrometeorológicas a essas variáveis nem estresses significativos das plantas pelo menos com a intensidade suficiente para causar diferença entre a área foliar específica nas plantas entre as duas data de semeadura.

Como não foi obtida diferença da AFE, ou seja, a relação entre a área foliar e a massa seca foliar, entre os diferentes tratamentos testados, obteve-se um modelo de área foliar levando em consideração a massa seca das folhas.

O modelo de estimativa de área foliar obtido para a camomila através do modelo de regressão linear entre a massa seca das folhas e a área foliar medida pelo integrador de área foliar (Figura 1), demonstrou elevado coeficiente de determinação, indicando que há alta correlação entre a área foliar e a massa seca de folhas. Assim, a determinação da área foliar da camomila pela sua massa seca é uma alternativa viável.

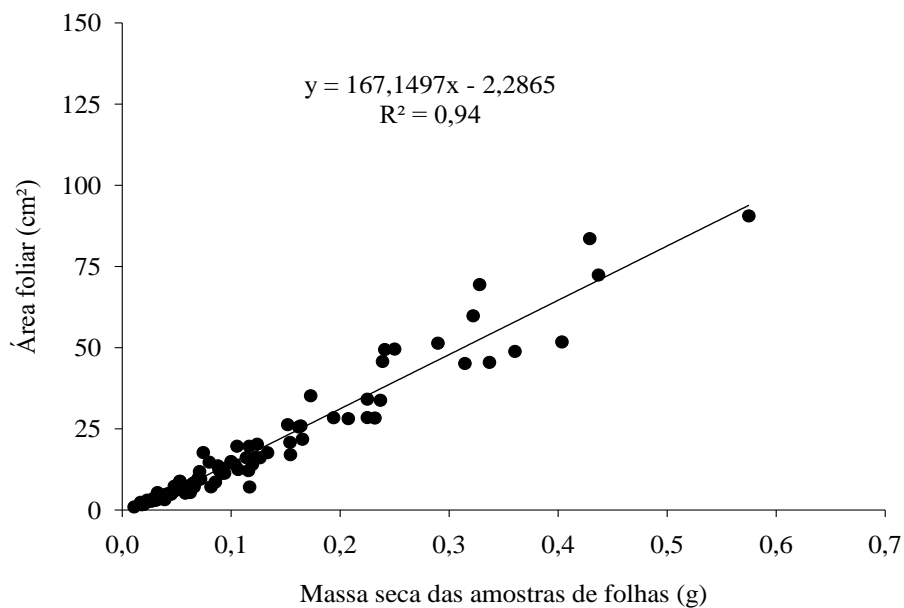


Figura 1 - Modelo de regressão linear entre a massa seca das amostras de folhas da camomila (x) e sua respectiva área foliar (y), determinada pelo integrador eletrônico de área foliar.

À partir da obtenção do modelo de estimativa da área foliar, o teste do modelo, realizado através da comparação da área foliar estimada pelo modelo com a observada, confirmou-se a qualidade do modelo. A área foliar estimada com o modelo teve alta correlação com a área foliar observada, apresentando baixa dispersão dos dados, elevado R^2 e aproximação com a linha 1:1 (Figura 2), demonstrando que este possui alta precisão na estimativa. Essas estatísticas confirmam que o modelo possui alta precisão na estimativa, porém apresenta a tendência de subestimar para valores de área foliar maiores do que 40 cm², da ordem de 12%.

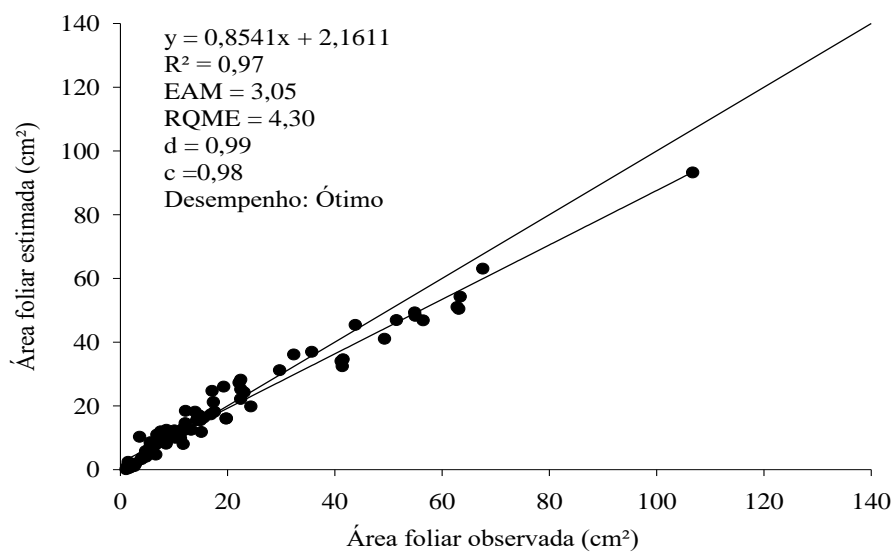


Figura 2 - Relação da área foliar determinada pelo integrador eletrônico de área foliar com a área foliar estimada a partir da massa seca das folhas, utilizando o respectivo modelo de regressão linear entre a massa seca e a área das folhas obtido com um banco de dados independentes, com seu respectivo coeficiente de determinação (R^2), Erro Absoluto Médio (EAM, cm^2), Raiz do Quadrado Médio do Erro (RQME, cm^2), índice de Willmott (d), de confiança (c) e classificação de desempenho do modelo.

O EAM e RQME provenientes da relação entre os dados estimados de área foliar pelo modelo com os observados (Figura 2) é considerado pequeno. O índice de Willmott (d) e o de confiança (c), que representam a exatidão e a precisão de um método, também mostraram clara concordância entre os dados observados e estimados para o modelo, sendo o desempenho classificado como ótimo de acordo com a classificação de Camargo e Sentelhas (1997).

Por possuir folhas pequenas e numerosas a determinação da área foliar através do uso do integrador eletrônico de área foliar é muito trabalhosa e depende de muito tempo, sendo então a aplicação de modelos, que incluem a massa seca das folhas, como variável independente uma ótima alternativa. Como os resultados e as estatísticas obtidas com o modelo de estimativa da AF a partir da massa seca das folhas foram satisfatórios, reduzindo significativamente a mão de obra se justifica como de uso geral. Além disso, na maioria dos estudos de análise de crescimento e de capacidade de competição de plantas se avaliam os efeitos das diferenças de IAF e, portanto, os erros sistemáticos de determinação da AF são proporcionais para todos tratamentos.

O modelo gerado com a área foliar medida pelo integrador de área foliar obteve ótimo desempenho de maneira geral. Assim poderá ser utilizado para a determinação da área foliar da camomila em função da sua massa seca de folhas. A utilização do modelo permitirá reduzir o tempo e o trabalho para a determinação da área foliar sem que haja significativa diminuição na qualidade dos dados de área foliar obtidos.

CONCLUSÃO

A área foliar específica da camomila não diferiu entre as datas de semeadura, densidade de plantas e fase fenológica de coleta de plantas, sendo a área foliar específica da camomila de 133 cm²g⁻¹.

O modelo resultante dos dados de área foliar medidos no integrador eletrônico apresenta desempenho ótimo, sendo este indicado para a determinação da área foliar da camomila quando há disponibilidade de dados de massa seca das folhas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMARGO, A.D.; SENTELHAS, P.C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 5, n. 1, p. 89-97, 1997.

CORRÊA JÚNIOR, C; SCHEFFER, M.C. As plantas medicinais, aromáticas e condimentares e a agricultura familiar. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 3, p. 376, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362014000300023>

CQFS – Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Porto Alegre: Comissão de Química e Fertilidade do Solo-RS/SC, 10.ed., 2004. 400p.

DWYER, J.M.; HOBBS, R.J. MAYFIELD, M.M. Specific leaf area responses to environmental gradients through space and time. **Ecology**, v. 95, n. 2, 2014, p. 399–410, 2014. <https://doi.org/10.1890/13-0412.1>

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412p.

FERREIRA, D.F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.

GALMES, J.; CIFRE, J.; MEDRANO, H.; FLEXAS, J. Modulation of relative growth rate and its components by water stress in Mediterranean species with different growth forms. **Oecologia**, v. 145, p. 21–31, 2005. <https://doi.org/10.1007/s00442-005-0106-4>

HELDWEIN, A.B.; BURIOL, G.A.; STRECK, N. A.A. O clima de Santa Maria. **Ciência & Ambiente**, v. 38, p. 43-58, 2009.

MELO, J. G. **Controle de qualidade e prioridades de conservação de plantas medicinais comercializadas no Brasil**. 2007. 96 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007.

MONTEIRO, J.E.B.A. et al. Estimação da área foliar do algodoeiro por meio de dimensões e massa das folhas. **Bragantia**, v. 64, n. 1, p. 15-24, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052005000100002>.

PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais. **Boletim Técnico do Instituto Agrônomo. Campinas**, n. 114, p. 1-33, 1987.

REICH, P.B.; WALTERS, M.B.; ELLSWORTH, D. S. Leaf life-span in relation to leaf, plant, and stand characteristics among diverse ecosystems. **Ecological Monographs**, v. 62, p. 365–392, 1992. <https://doi.org/10.2307/2937116>

SCALON, M.C.; FRANCO, A.C. Influência dos fatores ambientais na área foliar específica de espécies lenhosas do cerrado. In: Congresso de Ecologia do Brasil, VIII, 2007. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu - MG

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954p.

4. ARTIGO 2 – Crescimento da camomila em diferentes espaçamentos entre plantas e data de semeadura

RESUMO: A camomila é uma planta medicinal cultivada em todo mundo e utilizada principalmente para fins medicinais, sendo que seu crescimento e produção de capítulos florais podem ser alterados conforme a região de cultivo e técnicas adotadas ao longo do ciclo da cultura. O espaçamento entre plantas e a data de semeadura são importantes técnicas de manejo, que não acarretam em maior custo ao produtor de camomila e desde que corretamente indicados, podem influenciar na otimização do crescimento da espécie. No entanto não há uma recomendação referente à melhor data de semeadura e espaçamento entre plantas para a região central do estado do Rio Grande do Sul. Sendo assim, visando a ampliação do conhecimento sobre os fatores que causam variação no crescimento das plantas de camomila, o objetivo deste trabalho é a avaliação das respostas das plantas de camomila às condições ambientais de clima subtropical úmido, como o da região central do estado do Rio Grande do Sul, em especial, à data de semeadura confrontada com os diferentes espaçamentos entre plantas em relação ao seu crescimento. O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, onde foram coletadas plantas de camomila, conduzidas em quatro datas de semeadura (18/03, 28/04, 30/06 e 31/08/2017), em diferentes espaçamentos entre plantas (5, 10, 15, 20, 25, 30 e 40 cm) sendo a coleta das plantas realizadas na fase vegetativa, início do estágio reprodutivo, no início, plena e final da floração da camomila. As variáveis analisadas foram a massa seca do caule, folhas, estruturas reprodutivas e total da parte aérea de plantas, além da altura de plantas, índice de área foliar e índice de colheita. Para as variáveis de crescimento estudadas não houve interação entre o fator data de semeadura e espaçamento entre plantas, porém ambos têm efeito sobre o crescimento da camomila. A semeadura realizada em março resulta em maior crescimento da MSPA, porém com menor IC. A semeadura realizada em agosto foi a que apresentou maior redução da MSPA, deslocando mais de 30% da MSPA para a produção de estruturas reprodutivas. A massa seca de folhas, caule, das estruturas reprodutivas e do total da parte aérea por planta demonstraram maiores valores no espaçamento de 25 cm entre plantas.

PALAVRA-CHAVES: *Chamomilla recutita*. Acúmulo de biomassa. Área foliar

Growth of chamomile in different spaces between plants and sowing date

ABSTRACT: Chamomile is a medicinal plant grown all over the world and is intended primarily for medicinal purposes, and its growth and production of floral chapters can be altered according to the region of cultivation and the techniques adopted during the crop cycle. The spacing between plants and sowing date are important management techniques which do not entail greater costs to the chamomile grower and since correctly indicated may lead to optimization of the growth of chamomile, but there is no reference to the best date of sowing and spacing between plants for humid subtropical climate areas, so ass the central region of Rio Grande do Sul, Brazil. Therefore, with the objective of increasing knowledge about the factors that cause variation in the growth of the chamomile plants, the objective of this work is to evaluate the response of the plants chamomile to the environmental conditions of the central region of the state of Rio Grande do Sul, especially the date of sowing confronted with the different spacing between plants in relation to their growth. The experiment was performed in the experimental area of the Plant Science Department in the Federal University of Santa Maria, where chamomile plants were collected in four sowing seasons (03/18/2017, 04/28/2017, 06/30/2017 and 08/31/2017), at different stages (5, 10, 15, 20, 25, 30 and 40 cm), the vegetative phase being at the beginning of the reproductive phase, at the beginning, at the beginning and at the end of the flowering of the chamomile. The analyzed variables were: stem dry mass, leaves, reproductive structures and total aerial part of the plants, besides plant height, leaf area index and harvest index. For the growth variables studied, there was no interaction between the sowing date and plant spacing, however, both have an effect on the growth of chamomile. Sowing performed in March resulted in greater DMAP growth, but with lower HI. Sowing in August was the one that showed the greatest reduction DMAP reduction, with more than 30% of the DMAP for the production of reproductive structures. The dry mass of leaves, stem, the reproductive structures and the total aerial part demonstrated highest values in spacing of 25 cm between plants.

KEYWORDS: *Chamomilla recutita*. Biomass accumulation. Leaf area.

INTRODUÇÃO

A camomila é uma dicotiledônea anual pertencente à família Asteraceae, cultivada em todo mundo e utilizada principalmente para fins medicinais. Suas atribuições medicinais estão associadas ao óleo essencial presente principalmente nos capítulos florais, sendo o crescimento e a produção de capítulos alterada conforme a região de cultivo e técnicas adotadas ao longo do ciclo da cultura (SALAMON, 1994).

A análise do crescimento é o primeiro passo na compreensão da dinâmica de uma comunidade vegetal e pode ser utilizada para a verificação da adaptação ecológica das plantas a diferentes manejos, tratamentos culturais e ambientes em que as mesmas estão inseridas. Sabe-se que muitos fatores influenciam o crescimento das plantas, dentre eles a disponibilidade hídrica (FARHOUDI et al., 2014), luz (INAMOTO et al., 2015), nutrientes (RAZMJOO et al., 2008) e técnicas de manejo (SALIM et al., 2014). Existem vários parâmetros que podem ser utilizados para a avaliação destas influências, como por exemplo a altura de plantas, visto que a tendência é de crescimento mais rápido em altura quando as plantas estão sombreadas, o que pode ser ocasionada pela baixa disponibilidade de radiação solar ou por competição intra e interespecífica.

A densidade de semeadura, ou estande de plantas, é definida como o número de plantas por unidade de área, o que constitui uma importante técnica de manejo. Sua determinação adequada é de grande interesse, devendo sempre buscar a densidade em que ocorra equilíbrio, resultando na máxima competição interespecífica, sem que o aumento da competição intraespecífica diminua significativamente a produção. Nesse contexto, o crescimento das plantas pode ser afetado diretamente pela alteração da densidade de semeadura e/ou espaçamento entre plantas. Nesse sentido, para a cultura da camomila não há um consenso de qual o espaçamento de plantas que resulta na densidade que potencialize o máximo crescimento da cultura. Por essa ausência de estudos e de comprovação sobre o espaçamento entre plantas mais indicado para semeadura da planta medicinal, Martins et al. (1998) relatam que os produtores de camomila utilizam densidades de semeadura diferentes, sendo os espaçamentos recomendados para a cultura da ordem de 0,20 m a 0,60 m entre plantas e fileiras (RAMOS et al., 2004). Mesmo a camomila tendo uma habilidade de compensar os espaços vazios no campo, por sua capacidade de se ramificar, essa amplitude no espaçamento entre plantas recomenda é alta. Desse modo, a probabilidade de erro na escolha do arranjo espacial que proporcione

melhores condições para a planta é maior, por consequência, a produtividade da cultura poderá ser influenciada positiva ou negativamente.

No campo existem fatores que limitam a expressão do máximo potencial das culturas, podendo estes serem de origem biótica (incidência de doenças, pragas e competição inter e intraespecífica) ou abióticas (condições meteorológicas, solo). Desse último fator, as condições meteorológicas como a precipitação pluviométrica, radiação solar, temperatura e umidade do ar e do solo, fotoperíodo e velocidade do vento são as mais limitantes para a produção vegetal, tendo em vista que são elas que condicionam o bom desenvolvimento das culturas. E a interação entre os fatores ambientais e a planta que define a melhor data de semeadura para cada cultura e esta interação, por sua vez, altera as respostas agrônômicas das culturas agrícolas, desse modo, a data de semeadura se torna a variável, em geral, de maior impacto sobre o rendimento das culturas.

Assim como para o espaçamento entre plantas, para a cultura da camomila não há uma recomendação referente à melhor data de semeadura para a região central do estado do Rio Grande do Sul. Tampouco existem estudos que comprovem se há interação positiva ou negativa com o espaçamento entre de plantas e a data de semeadura.

Por essa falta de informações, muitas vezes o produtor acaba não tomando as melhores decisões referentes ao espaçamento entre plantas e data de semeadura, fatores que, quando escolhidos corretamente são técnicas determinantes no aumento da produtividade e que não ocasionam nenhum custo ao produtor em aplicá-las. Assim, visando a ampliação do conhecimento sobre os fatores que causam variação no crescimento das plantas de camomila, o objetivo deste trabalho foi avaliar as respostas de crescimento das plantas de camomila às condições ambientais em especial, à data de semeadura confrontada com os diferentes espaçamentos entre plantas.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Departamento de Fitotecnia, localizado na Universidade Federal de Santa Maria, município de Santa Maria localizado na Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul (latitude: 29° 43' 23''S, longitude: 53° 43' 15''W e altitude: 95 m). O solo da área experimental é arenoso, com horizonte B textural, classificado como Argissolo Vermelho Distrófico arênico, pertencente à unidade de mapeamento São Pedro (STRECK et al., 2008). O clima da região é classificado como Subtropical úmido sem estação seca definida e com verões quentes (Cfa), sendo a

precipitação pluvial distribuída de forma uniforme ao longo do ano (HELDWEIN et al., 2009).

A cultivar de camomila utilizada na condução do experimento foi a Mandirituba, adquirida com produtores do estado do Paraná, a qual foi melhorada pelos agricultores que selecionaram a cultivar para se adaptar às condições da região de Mandirituba-PR (CORRÊA JÚNIOR, 1995). As sementeiras do experimento ocorreram nos dias 18 de março, 28 de abril, 30 de junho e 31 de agosto de 2017 e foram realizadas de forma manual, em linha, concomitante com a adubação que foi realizada com base na análise de solo e na necessidade da cultura da camomila (CQFS, 2004). Previamente à sementeira foi realizada a aragem e gradagem da área experimental e também a instalação de sistema de irrigação por gotejamento.

Capinas eventuais foram realizadas ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura, visando evitar a competição interespecífica, auxiliando para que as plantas expressasse seu máximo potencial produtivo. Ao longo do experimento não foi observada incidência de pragas e doenças, não sendo necessária a realização de tratamento fitossanitário.

Após a emergência da camomila foi realizado o desbaste das plantas em excesso para obter o espaçamento entre plantas estabelecido para cada tratamento. O espaçamento adotado foi de 30 cm entre as linhas e 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 40 cm entre plantas, totalizando densidades de 66, 33, 22, 16, 13, 11 e 8 plantas m⁻², respectivamente.

O experimento foi organizado no delineamento inteiramente casualizado, em cada data de sementeira o experimento constou de 28 parcelas, sendo que cada uma dos sete espaçamentos entre plantas era composto por 4 repetições. Cada unidade experimental foi composta por 10 fileiras de plantas, dispostas nas dimensões de 3 x 3 m, perfazendo uma área total de 9,0 m² e área útil de 4 m².

Cada coleta realizada ao longo do ciclo, constou de duas plantas coletas por parcela. As coletas de plantas foram realizadas em cinco estádios de desenvolvimento da camomila, sendo eles o vegetativo – VEG (plantas com aproximadamente 10 folhas completamente desenvolvidas), início do estágio reprodutivo – IR (quando é possível a visualização da estrutura reprodutiva da camomila), início da floração – IF (5% dos capítulos cujas flores liguladas encontravam-se em posição horizontal), plena floração – PF (50% dos capítulos abertos cujas flores liguladas encontravam-se em posição horizontal) e final da floração – FF (cessamento de emissão de novas estruturas

reprodutivas) (Apêndice F). A escala fenológica utilizada foi proposta por (PIRZAD et al., 2010) para o desenvolvimento da camomila.

Os parâmetros de avaliação do crescimento utilizados foram a altura de plantas (cm, medindo-se a altura do colo ao ápice da haste principal da planta), massa de matéria seca de caule (g), de folhas (g), das estruturas reprodutivas (g), e total da parte aérea (g) índice de colheita (% , razão da massa de matéria seca total da parte aérea e massa de matéria seca das estruturas reprodutivas) e índice de área foliar (IAF, $\text{cm}^2 \text{cm}^{-2}$). Para a determinação da área foliar de uma planta foi utilizada a equação 1 (Artigo 1), com posterior aplicação na equação 2 para resultar no IAF:

$$AF = (167,1497 * MSF) - 2,2865 \quad (1)$$

em que AF= área foliar (cm^2) e MSF= massa seca de folhas (g).

$$IAF = (AF * n^{\circ} \text{ de plantas} * \text{m}^2) 10^{-4} \quad (2)$$

Para as determinações da produção da massa de matéria seca do caule, folhas e das estruturas reprodutivas, estas foram separadas e acondicionadas em sacos de papel e secadas em estufa com circulação forçada de ar a 60°C até peso constante. Após a secagem, as amostras foram pesadas em balança de precisão, com resolução de 0,001 g.

A normalidade dos erros dos dados foram testadas pelo teste de Shapiro Wilk e a homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett, ambos pelo software Action® 2.5. A fim de atender as pressuposições do modelo matemático, foi utilizada a metodologia Box Cox para a transformação adequada dos dados. As médias das variáveis transformadas foram apresentadas com os valores originais. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo Teste F a 5% de probabilidade com o auxílio do software Sisvar® (FERREIRA, 2011) e apresentando significância, as variáveis qualitativas foram comparadas pelo teste Scott-Knott e quantitativas foram submetidas a análise de regressão.

Os dados de temperaturas máxima e mínima diárias do ar e precipitação pluvial foram obtidos na estação automática pertencente ao Oitavo Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (8°DISME/INMET), localizado na área experimental do setor de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, situada a 100 m da área em que foi conduzido o experimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as variáveis de crescimento estudadas não houve interação entre o fator data de semeadura e espaçamento entre plantas, o que indica que esses fatores atuam de forma independente e, portanto, apenas os efeitos principais isolados foram analisados (Apêndice B). O crescimento das plantas semeadas em março e em agosto e espaçadas a 5 e 40 cm podem ser vistas no apêndice (G)

No período experimental o inverno foi atípico, com ocorrência de poucas temperaturas do ar baixas, porém houve ocorrência de geada em PF e no FF para a primeira data de semeadura, no período vegetativo e no início da floração na segunda data de semeadura e no período vegetativo para a terceira data de semeadura, não sendo observado efeito negativo da geada nas plantas. O efeito negativo das geadas também não foram observados por Mapeli et al. (2005), cultivando camomila em Dourados-MS. Nos meses de maio a junho houve alta frequência e intensidade de chuvas, sendo que este fator que influenciou mais a camomila semeada na primeira data, dado que, as maiores precipitações ocorreram no período entre o IF e PF das plantas, sendo esses os períodos de maior sensibilidade da cultura às condições ambientais, principalmente ao estresse hídrico (HOUSHMAND, 2011).

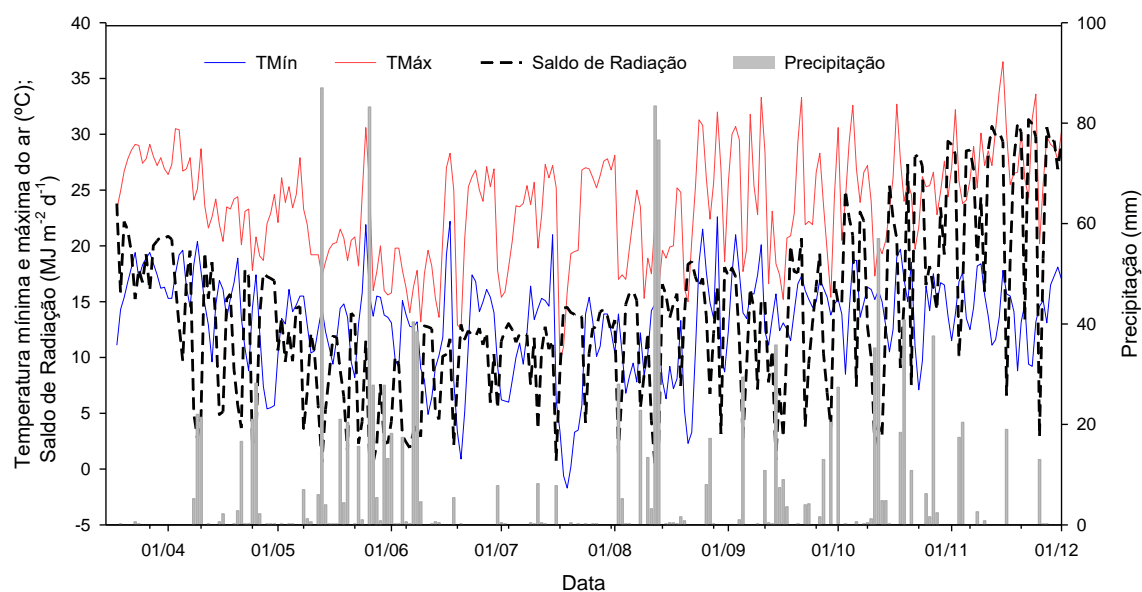


Figura 1. Temperaturas mínimas (T_{\min} , °C) e máximas diárias do ar (T_{\max} , °C), radiação solar incidente na superfície ($\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$) e precipitação pluvial (mm) do período de 18 de março a 31 de novembro de 2017, em Santa Maria, RS.

Na coleta de plantas realizada no estágio vegetativo as diferentes datas de semeadura testadas não mostraram efeito sobre a massa seca do caule, folhas, da parte aérea, altura e IAF das plantas (Tabela 1). Tais alterações provavelmente não foram verificadas pelo fato das plantas de camomila apresentar crescimento lento, e as coletas terem sido realizadas, em média, 30 dias após a emergência das plantas, onde as mesmas apresentaram menos e 1 g planta^{-1} de massa seca da parte aérea e em média 7,7 cm de altura. Para o girassol, planta da mesma família botânica que a camomila, são encontradas alturas de 40,6 cm aos 30 dias após a emergência (BISCARO et al., 2008). Segundo Mapeli et al. (2005) o crescimento lento das plantas de camomila pode ser atribuído à pequena absorção dos elementos minerais, e baixa capacidade fotossintética das plantas, principalmente pelo pequeno tamanho da semente, com poucas reservas para o crescimento radicular e da parte aérea da planta. Visto a baixa altura e massa seca da parte aérea das plantas aos 30 dias após a semeadura, no estágio vegetativo, tem-se que a camomila pode ser afetada negativamente pela competição por plantas daninhas, sendo este período o mais crítico à competição interespecífica (SINGH et al., 2011). As geadas que ocorreram na segunda e terceira datas de semeadura no período vegetativo não foram capazes de causar dano significativa no crescimento das plantas.

Tabela 1 - Massa seca de caule (MS Caule, g planta^{-1}), massa seca de folhas (MS Folhas, g planta^{-1}), massa seca das estruturas reprodutivas (MS ER, g planta^{-1}), massa seca da parte aérea (MS PA, g planta^{-1}), altura da planta (H, cm), índice de área foliar (IAF) e índice de colheita (IC, %) de plantas de camomila submetidas à diferentes datas de semeadura coletadas no estágio vegetativo de 10 folhas, início do reprodutivo, início da floração, plena floração e final da floração.

Vegetativo							
Data de semeadura	MS Caule	MS Folhas	MS ER	MS PA	H	IAF	IC
18/03/2017	0,031 ns	0,18 ns	-	0,21 ns	8,1 ns	0,08ns	-
28/04/2017	0,022	0,16	-	0,19	7,76	0,07	-
30/06/2017	0,015	0,17	-	0,18	7,4	0,07	-
31/08/2017	0,020	0,15	-	0,19	6,67	0,05	-
Média	0,028	0,17	-	0,19	7,72	0,06	-
CV (%)	19,6	21,1	-	19,5	12,81	27,2	-
Início do Reprodutivo							
Data de semeadura	MS Caule	MS Folhas	MS ER	MS PA	H	IAF	IC
18/03/2017	0,29 a	0,99 a	0,027 b	1,31 a	19,51 a	0,35 a	2,21 d
28/04/2017	0,24 b	0,56 b	0,033 a	0,83 b	17,56 b	0,19 b	4,46 c

30/06/2017	0,10 c	0,27 c	0,025 b	0,39 c	13,56 c	0,09 c	7,12 b
31/08/2017	0,09 c	0,09 d	0,024 b	0,21 d	10,92 d	0,03 d	11,92 a
Média	0,18	0,48	0,03	0,76	15,38	0,16	6,42
CV (%)	23,79	16,51	21,84	16,02	10,32	18,09	23,0
Início da Floração							
Data de semeadura	MS Caule	MS Folhas	MS ER	MS PA	H	IAF	IC
18/03/2017	2,73 a	2,72 a	0,17 b	5,62 a	40,47 a	0,84 a	3,38 c
28/04/2017	0,94 b	1,09 b	0,17 b	2,21 b	30,90 b	0,37 b	7,64 b
30/06/2017	0,46 c	0,63 c	0,05 c	1,17 c	25,41 c	0,20 c	7,79 b
31/08/2017	0,12 d	0,19 d	0,25 a	0,57 d	24,65 c	0,06 d	45,29 a
Média	1,06	1,16	0,16	2,39	30,36	0,37	16,07
CV(%)	28	21,1	20,5	20,9	8,36	22,25	20,5
Plena Floração							
Data de semeadura	MS Caule	MS Folhas	MS ER	MS PA	H	IAF	IC
18/03/2017	7,85 a	2,30 a	1,93 a	12,08 a	64,71 a	0,68 b	16,29 c
28/04/2017	5,87 b	2,55 a	1,63 a	10,05 b	50,92 b	0,88 a	16,41 c
30/06/2017	5,12 b	2,38 a	1,69 a	9,20 b	41,27 c	0,74 b	18,43 b
31/08/2017	1,61 c	0,59 b	0,99 b	3,21 c	29,44 d	0,19 d	31,54 a
Média	5,72	2,15	1,22	9,48	50,45	0,68	24,73
CV(%)	23,83	27,0	21,43	18,84	6,21	16,47	12,82
Final da Floração							
Data de semeadura	MS Caule	MS Folhas	MS ER	MS PA	H	IAF	IC
18/03/2017	20,45 a	1,91 b	2,80 a	25,16 a	73,14 a	0,55 b	12,44 d
28/04/2017	12,48 b	2,87 a	3,11 a	18,45 b	56,86 b	0,89 a	16,60 c
30/06/2017	9,25 c	2,07 b	2,72 a	14,05 c	44,98 c	0,59 b	20,24 b
31/08/2017	2,15 d	0,26 c	1,02 b	3,44 d	28,28 d	0,07 c	32,46 a
Média	11,08	1,77	2,41	15,27	50,81	0,52	20,43
CV (%)	20,16	27,3	21,19	17,78	5,91	25,34	17,61

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade de erro.

Em relação aos diferentes espaçamentos entre plantas, no estágio vegetativo estes mostraram significância somente para a variável IAF (Figura 3 b), com tendência de decréscimo com o aumento do espaçamento entre plantas. Mesmo não havendo variação da massa seca das folhas, houve variação no IAF, pois este leva em consideração o número de plantas por área, visto que o número de plantas é diminuído com o aumento dos espaçamentos entre plantas utilizados. As demais variáveis não sofreram variação com o espaçamento nesse estágio devido principalmente ao pequeno período em que as plantas foram expostas ao fator espaçamento entre plantas, pois as plantas sofreram desbaste aproximadamente 15 dias antes das coletas das plantas.

No início do estágio reprodutivo, quando as plantas começaram a emissão das estruturas reprodutivas, sendo possível a visualização do primeiro botão floral, todas as

variáveis analisadas demonstraram alteração com a data de semeadura. Para a massa seca do caule, massa seca das folhas, massa seca da parte aérea, altura e IAF houve tendência de diminuição dessas variáveis com o atraso da data de semeadura, sendo a semeadura de março a que demonstrou maior crescimento nesse estágio fenológico (Tabela 1). A massa seca das estruturas reprodutivas por planta apresentou maior valor para a semeadura realizada em abril, já as semeaduras de março, junho e agosto não apresentaram diferença.

Em relação ao índice de colheita (IC), verificou-se aumento com o retardamento da data de semeadura, sendo que na última data de semeadura testada, em agosto, o investimento em estruturas reprodutivas foi de aproximadamente 12% do total da parte aérea da planta, embora as plantas apresentassem o menor crescimento. Na semeadura de março e abril o período que antecedeu e o início da floração e o período que este estágio se estendeu, a temperatura do ar estava amena em torno de 16 °C e com pouca intensidade de chuva, já nas semeaduras realizadas em julho e agosto a temperatura média do ar estava em torno de 20 °C, apresentando alguns dias com temperatura máxima acima de 30 °C, com alta intensidade de chuva, principalmente na quarta data de semeadura.

Para os diferentes espaçamentos entre plantas testados somente as variáveis massa seca de folhas, altura e IAF apresentaram diferença no início do estágio reprodutivo (figuras 2b, 3a e 3b). Espaçamento de 5 cm entre plantas, perfazendo uma população de 66 plantas m⁻², apresentou maior altura e IAF, com tendência de decréscimo com o aumento do espaçamento entre plantas. A maior altura está associada ao maior adensamento das plantas, visto que estas tendem a crescer mais em altura buscando maior incidência de radiação solar. Já a massa seca de folhas por planta apresentou tendência a aumentar com o aumento do espaçamento entre plantas, em razão da menor competição entre plantas propiciando a maior formação de folhas, porém esse crescimento maior de folhas não foi suficiente para ser compensado no IAF. Esse maior crescimento no espaçamento reduzido sugere que a camomila possui maior capacidade competitiva, com tendência de sombreamento do solo mais rápido do que quando o espaçamento entre plantas é aumentado.

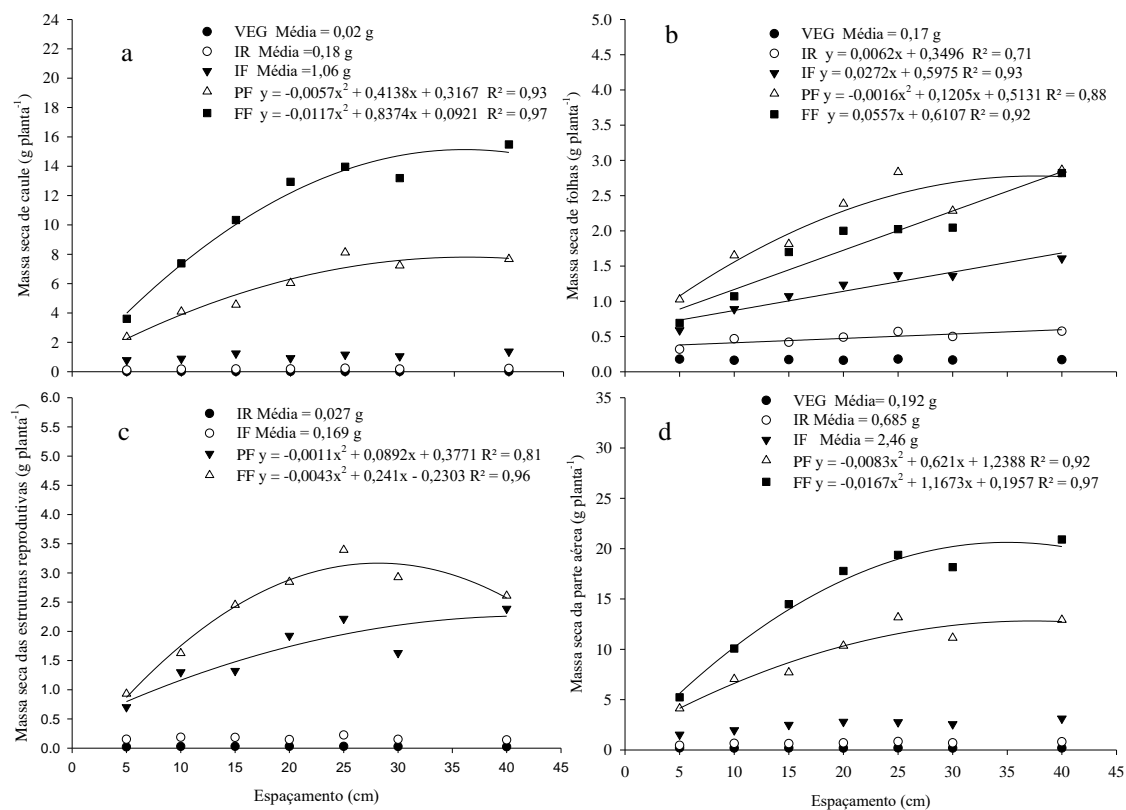


Figura 2 - Massa seca de caule (a) folhas (b), estruturas reprodutivas (c) e da parte aérea (d) de plantas de camomila submetidas à diferentes espaçamentos entre plantas coletadas no estágio vegetativo (VEG), início do reprodutivo (IR), início da floração (IF), plena floração (PF) e final da floração (FF).

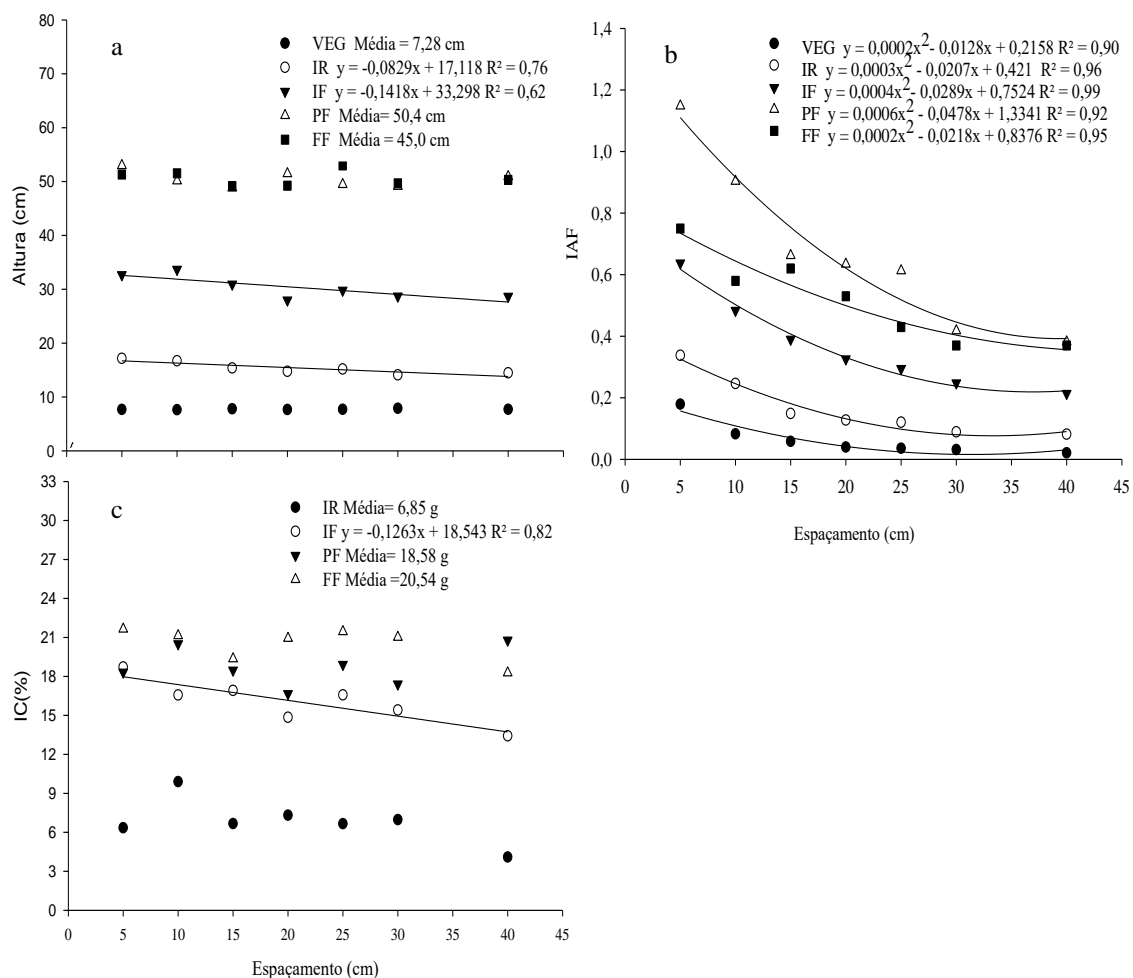


Figura 3 - Altura (a), índice de área foliar (IAF, b) e índice de colheita (IC, c) de plantas de camomila submetidas à diferentes espaçamentos entre plantas coletadas no estágio vegetativo (VEG), início do reprodutivo (IR), início da floração (IF), plena floração (PF) e final da floração (FF).

Para as variáveis, massa seca de folhas, massa seca do caule, massa seca da parte aérea, altura e IAF no estágio de início da floração, verificaram-se maiores valores nas plantas semeadas em março, com decréscimo nas variáveis até a semeadura realizada em agosto (Tabela 1). Os maiores valores dessas variáveis podem ser atribuídos às temperaturas amenas que ocorreram ao longo desse estágio para as plantas da semeadura de março, com temperatura média do ar em torno de 16°C, com pouca precipitação pluvial, visto que a água requerida pela cultura foi suprida por irrigação. Com o retardamento da data de semeadura a temperatura do ar aumentou, verificando-se média de 19,5 °C durante o início da floração das plantas da semeadura realizada em agosto, além da alta frequência de temperatura máxima do ar acima de 30 °C e alta incidência de radiação solar. As variáveis massa seca das estruturas reprodutivas e IC foram maiores

para plantas da semeadura de agosto, com IC de aproximadamente 45%, sendo que as plantas semeadas nesta data transloucaram quase metade da sua pequena massa seca da parte aérea para a formação das estruturas reprodutivas. Este comportamento pode ser visto como uma estratégia de sobrevivência das plantas aos estresses térmicos que ocorreram principalmente anteriormente a esse estágio.

Os diferentes espaçamentos de plantas não causaram variação estatística significativa nas massas secas do caule, das estruturas reprodutivas e da parte aérea por planta no início da floração (Figura 2a, 2c e 2d). Porém um maior espaçamento entre plantas favoreceu a produção de massa seca das folhas por planta, sendo que o espaçamento entre plantas de 0,40 m resultou em maior valor. Para as variáveis altura de planta, IC e IAF o maior adensamento de plantas (0,05 m entre plantas), resultou em maiores valores, com tendência de diminuição com o aumento do espaçamento entre plantas (Figuras 3a, 3b e 3c). No momento do início da floração a altura das plantas de camomila variou de 24,6 a 40,5 cm em relação as datas de semeadura, e em relação aos espaçamentos entre plantas esta variou de 28,7 a 32,7 cm (Tabela 1e Figura 3a), sendo os valores mais altos do que encontrados por Corrêa Junior (1994), com altura de planta de 24 cm em Jaboticabal-SP, e de 20 cm em Dourados-MS, por Ramos et al. (2004) no mesmo estágio fenológico e utilizando a mesma cultivar.

A massa seca do caule, das estruturas reprodutivas e a massa seca da parte aérea, em especial, apresentaram um crescimento bem expressivo ao passarem do estágio de início da floração para a plena floração, sendo considerado estágio de plena floração quando mais de 50% das flores estavam abertas. Temperaturas mais amenas, em torno de 15 °C, no início da floração na primeira data de semeadura garantiram o maior crescimento da massa seca do caule, da massa seca da parte aérea e em altura. Contrastando com a semeadura realizada em agosto, em que obteve os menores valores destas variáveis, o que provavelmente decorre da temperatura média do ar elevada (21 °C), com temperaturas máximas que chegaram a 36 °C e alta incidência de radiação solar para as plantas semeadas em agosto. Para a semeadura realizada em março, abril e junho, a massa seca das folhas e das estruturas reprodutivas não diferiu, porém os menores valores encontrados para essa variável foram para a semeadura em agosto. Durante o estágio de plena floração a temperatura média do ar para as plantas da semeadura de abril foi de aproximadamente 16 °C e para as da semeadura em julho de 19 °C. Para esse estágio fenológico é possível observar a redução dos valores das variáveis analisadas com o aumento da temperatura média do ar.

Foi no estágio de plena floração em que as variáveis massa seca do caule, massa seca das estruturas reprodutivas e massa seca da parte aérea começaram a apresentar variação com os diferentes espaçamentos entre plantas (Figura 2a, 2c e 2d). Maior espaçamento entre plantas resultou em maior crescimento das variáveis que compõem a massa seca total da parte aérea por planta de camomila. O maior adensamento de plantas, resultado do menor espaçamento entre plantas, forçou o maior crescimento em altura nesse estágio de desenvolvimento (Figura 3a). Esta é uma tendência natural em situações de alta densidade de plantas, ocorrendo um estímulo de dominância apical nas plantas, principalmente por causa da competição intraespecífica por luz (SANGOI et al., 2002). Pelo estresse causado pelo adensamento de plantas, as plantas espaçadas a 0,05 m entre si também resultaram em maior IC, convertendo uma maior porcentagem da parte aérea das plantas para as estruturas reprodutivas. O IAF mostrou tendência de decréscimo até os 20 cm entre plantas, e espaçamentos maiores mostraram tendência de estabilização dessa variável.

Diferentemente do estágio da plena floração, no final da floração as plantas já não emitiam mais capítulos florais novos, mas foi nesse estágio onde foi encontrado maior massa seca das estruturas reprodutivas. Nesse estágio também houve um alto crescimento das plantas ao se observar o estágio anterior, visto que nesse momento a planta possuía a maior fitomassa, sendo este estágio o resultado de todas as variações, sendo elas ambientais ou de manejo que ocorreram ao longo de todo o ciclo da planta. Como aconteceu nos outros estágios fenológicos, a altura de plantas, massa seca do caule e massa seca da parte aérea demonstraram maiores valores para a semeadura realizada em março, com decréscimo nas variáveis com o prolongar das datas de semeadura até o mês de agosto. A semeadura realizada em março, apresentou média 7 vezes mais massa seca da parte aérea do que a semeada em agosto. O IC mostrou tendência de aumento com o prolongar da data de semeadura, com valores de aproximadamente 12% para a semeadura realizada em março e 32% para a semeadura em agosto.

Todas as variáveis que compõem a massa seca da parte aérea por planta mostraram tendência de aumento como maior espaçamento entre plantas no final da floração, pois mais espaço as plantas tiveram para se expandir e explorar melhor a água, os nutrientes e a radiação solar. Também existe menor competição entre plantas, portanto, a massa seca da parte aérea por planta é maior. Amaral et al. (2012) relatam que a densidade populacional não surtiu efeito sobre a altura das plantas e na massa seca das plantas de camomila, porém foi utilizado alta densidade populacional, superior a 300 plantas m⁻², o

que pode ter causado alta competição intraespecífica e possivelmente morte de parte das plantas.

A adequação da data de semeadura associada a correta determinação da população de plantas, constitui uma estratégia de manejo para a obtenção de elevado crescimento de plantas de camomila. Tanto a variação na data de semeadura quanto no espaçamento entre plantas utilizado, resultou em alteração no crescimento das plantas de camomila. Porém, a mudança na data de semeadura causou maior variação no crescimento da espécie do que os diferentes espaçamentos entre plantas testados.

A semeadura em março permitiu a exposição das plantas a temperatura do ar mais amena, em torno de 16°C, ao longo de todo o ciclo da cultura, resultando em maior crescimento das plantas. Com o retardamento da data de semeadura houve aumento da temperatura média do ar, apresentando uma tendência de decréscimo no crescimento das plantas. Porém a semeadura em agosto proporcionou maior IC do que as plantas semeadas em março, abril e junho, podendo ser interpretado como uma resposta da planta aos estresses térmicos que ocorreram nesse período.

Segundo Mohammad (2011) a temperatura do ar é uma das variáveis meteorológicas que mais afetam as características fisiológicas e bioquímicas das plantas de camomila, sendo que temperaturas do ar em torno de 19 a 20° C resultam em maior crescimento das plantas e aumento na temperatura traz diminuição da massa seca da planta em especial da massa seca das estruturas reprodutivas. Estudando a camomila na Bélgica, Mohammad et al. (2010) concluíram que a data de semeadura influencia fortemente o crescimento das plantas e a antecipação da semeadura, para que o ciclo da planta coincida com temperaturas mais baixas, resultam em um ótimo crescimento e desenvolvimento da camomila. Tal resposta deve-se principalmente à tendência de prolongamento do período de crescimento da cultura em ambientes com temperatura do ar baixa, típica em climas temperados como os da Bélgica, e tendência de desenvolvimento mais lento das plantas, pois a camomila é responsiva a soma térmica.

Os primeiros dias após a emergência perfazem um momento muito sensível a camomila, sendo a cultura não tolerante à altas temperaturas nesse estágio (COSTA & DONI FILHO, 2002). Por isso, datas de semeadura que coincidam com o período pós-emergente com altas temperaturas do ar, podem acarretar em maiores perdas. Semeaduras realizadas em agosto e posteriormente a ele também podem vir a trazer problemas para o crescimento da cultura, pois o período de floração pode coincidir com temperaturas do ar

muito elevadas, superior a 30 °C, com conseqüente redução do ciclo da cultura e menor produção dos capítulos florais e rendimento em óleo.

O menor espaçamento entre plantas aumentou a competição intraespecífica por água, nutrientes e luz, e propiciou o menor crescimento individual das plantas de camomila, porém resultou em maior altura de plantas e IAF. Espaçamento entre plantas de 5 cm, perfazendo a densidade de 66 plantas m⁻², não foi suficientemente estressante à planta para a diminuição do IAF, visto que um maior e mais rápido crescimento em altura e IAF é requerido, principalmente para que ocorra o fechamento do dossel de plantas com maior rapidez e, assim, tenham maior capacidade competitiva, principalmente perante às plantas daninhas.

CONCLUSÃO

O espaçamento entre plantas e a data de semeadura alteram o crescimento da camomila de forma isolada.

A semeadura realizada em março resulta em maior crescimento da MSPA, porém com menor IC.

A semeadura realizada em agosto foi a que apresentou maior redução da MSPA, deslocando mais de 30% da MSPA para a produção de estruturas reprodutivas.

A massa seca de folhas, caule, das estruturas reprodutivas e do total da parte área por planta demonstraram maior valor no espaçamento de 25 cm entre plantas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, W. et al. Avaliação de germoplasma de camomila e densidade de semeadura na produção e composição do óleo essencial. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 195-200, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362012000200003>

BISCARO, Guilherme Augusto et al. Adubação nitrogenada em cobertura no girassol irrigado nas condições de Cassilândia-MS. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 5, p. 1366-1373, 2008.

CORRÊA JÚNIOR, C. "Mandirituba": nova cultivar brasileira de camomila. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 13, n. 1, p. 61, 1995.

COSTA, M.A.D.; DONI FILHO, L. Aspectos do processo de produção agrícola na cultura da camomila [*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert] no município de Mandirituba, Paraná. **Visão Acadêmica**, v.3, n.1, p.49-56, 2002.

CQFS – Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Porto Alegre: Comissão de Química e Fertilidade do Solo-RS/SC, 10.ed., 2004. 400p.

FARHOUDI, R.; LEE, D.J.; HUSSAIN, M. Mild drought improves growth and flower oil productivity of German chamomile (*Matricaria recutita* L.). **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 17, p. 26-31, 2014.

FERREIRA, D.F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.

HOUSHMAND, S.; ABASALIPOUR, H.; TADAYYON, A.; ZINALI, H. Evaluation of four chamomile species under late season drought stress. **International Journal of Plant Production**, v.5, n.1, p. 9-24, 2011.

HELDWEIN, A.B.; BURIOL, G.A.; STRECK, N.A. O clima de Santa Maria. **Ciência & Ambiente**, v. 38, p. 43-58, 2009.

INAMOTO, K.; NAGASUGA, K.; YANO, T.; YAMAZAKI, H. Influence of light intensity on the rate of photosynthesis and dry matter accumulation in Oriental hybrid lily 'Siberia' at different developmental stages, **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 90, n. 3, p. 259-266, 2015.

MAPELI, N.C. et al. Produção de biomassa e de óleo essencial dos capítulos florais da camomila em função de nitrogênio e fósforo. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 32-37, 2005.

MARTINS, E.R. et al. **Plantas medicinais**. Viçosa: UFV- Imprensa Universitária, 1998, p. 220.

MOHAMMAD, S.M. Study on Cammomile (*Matricaria chamomilla* L.) Usage and Farming. **Advances in Environmental Biology**, v. 5, n. 7, p. 1446-1453, 2011.

MOHAMMAD, R. et al. Effects of planting date and seedling age on agro-morphological characteristics, essential oil content and composition of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) grown in Belgium. **Industrial Crops and Products**, v. 31, p. 145–152, 2010.

PIRZAD, A. et al. Phenology of German chamomile and its changes under different irrigation regimes and plant densities. **Notulae Scientia Biologicae**, v. 2, p. 43-48, 2010.

RAMOS, M.B.M. et al. Produção de capítulos florais da camomila em função de populações de plantas e da incorporação ao solo de cama-de-aviário. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, p. 566-572, 2004.

RAZMJOO, K.; HEYDARIZADEH, P.; SABZALIAN, M.R. Effect of Salinity and Drought Stresses on Growth Parameters and Essential Oil Content of *Matricaria chamomile*. **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 10, p. 451–454, 2008.

SALAMON, I. Growing Conditions and the Essential Oil of Chamomile, *Chamomilla recutita* (L.) Rauschert. **Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants**, v. 2, n. 2, 1994.

SALIM, E.A.; EL HASSAN, G.M.; KHALID, H.E.S. Effect of spacing and seasonal variation on growth parameters, yield and oil content of mint plants. **Journal of Forest Products & Industries**, v. 3, p. 71–74, 2014.

SANGOI, L. et al. Response of Brazilian maize hybrids from different eras to changes in plant density. **Field Crops Research**, v.79, p.39-51, 2002.

SINGH O. et al. Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.): An overview. **Pharmacognosy Reviews**, v. 5, n. 9, p. 82–95, 2011.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222 p.

5. ARTIGO 3 – Desenvolvimento da camomila sob diferentes espaçamentos entre plantas e datas de semeadura

RESUMO: A fenologia é uma importante ferramenta para a padronização da linguagem técnica referente ao ciclo das culturas. Além disso, conhecer e quantificar os estádios fenológicos, permite ao produtor planejar suas atividades, sendo as técnicas de manejo recomendadas e realizadas em seu tempo apropriado. Porém, apenas o conhecimento da soma térmica entre os estádios de desenvolvimento e o ciclo das culturas não é suficiente para compreender a atuação da temperatura do ar no desenvolvimento das plantas. O plastocrono e o número final de nós surgem como indicadores da necessidade de energia térmica que a planta utiliza para seu desenvolvimento e podem ser utilizados para se estimar indiretamente a área foliar das plantas. Deste modo, tendo em vista a importância do conhecimento das necessidades bioclimáticas das plantas de camomila, o objetivo do trabalho foi determinar a soma térmica acumulada para seis subperíodos no intervalo compreendido entre a semeadura e a maturação, bem como o plastocrono e o número final de nós da camomila semeada em diferentes datas e espaçamentos entre plantas. As semeaduras ocorreram em 18/03, 28/04, 30/06, 28/07 e 31/08/2017 em Santa Maria-RS. O espaçamento adotado foi de 30 cm entre as linhas e 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 40 cm entre plantas. Observações fenológicas foram realizadas a cada dois ou três dias em duas plantas por parcela, sendo também contabilizado o número de nós na haste principal por planta (NN). Os espaçamentos entre plantas não influenciaram o desenvolvimento fenológico da camomila. Já a data de semeadura interferiu na soma térmica dos seis subperíodos estudados, no plastocrono e no número final de nós. A duração do ciclo total da camomila foi melhor descrita quando relacionada ao somatório térmico do que em dias do calendário civil. Semeaduras mais tardias resultam em maior plastocrono e menor número final de nós.

PALAVRAS-CHAVE: *Chamomilla recutita*. Fenologia. Soma térmica.

Development of chamomile under different spacing between plants and sowing dates

ABSTRACT: Phenology is an important tool for the standardization of technical language related to the crop cycle. In addition, knowing the phenological stages, it allows the producer to plan their activities and the management of recommended techniques carried out in their appropriate time. However, only the knowledge of the thermal sum between the development stages and the crop cycle is not enough to understand the air temperature performance in the development of the plants. Plastochron and the final number of nodes appear as indicators of the need for thermal energy that the plant used for its development and can be used to indirectly estimate the leaf area of the plants. The objective of this work was to determine the cumulative thermal sum for six subperiods in the interval between sowing and maturation, plastochron and the final number of nodes of the chamomile sown in different dates and spacing between plants. Sowing occurred on 03/18/2017, 04/28/2017, 06/30/2017, 07/28/2017e 08/31/2017 in Santa Maria-RS, Brazil. The adopted spacing was 30 cm between the plant lines and 5, 10, 15, 20, 25, 30 and 40 cm between plants. Phenological observations were made every two or three days in two plants per plot, and were also counted the number of nodes in the main stem per plant (NN). The spacing between plants did not influence the phenological development of the plants, but the date of sowing interfered with the thermal time, plastochron and the final number of nodes. The duration of the total cycle of chamomile was better described when related to the thermal time than in calendar days. Later sowing results in higher plastochron and lesser final number of nodes.

KEYWORDS: *Chamomilla recutita*. Phenology. Thermal time.

INTRODUÇÃO

Cerca de 80% da população mundial utiliza a medicina tradicional, com o uso de plantas medicinais, para satisfazer suas necessidades de cuidados primários de saúde e que, muitas vezes, o uso de plantas medicinais é a única alternativa viável para o tratamento de doenças (PINTO et al., 2006). A camomila é uma planta medicinal que se destaca pela versatilidade de seus benefícios, sendo utilizada na indústria farmacêutica, alimentícia e cosmética, em que os capítulos florais são a matéria prima para a comercialização.

Com o desenvolvimento do Programa Nacional de Plantas Mediciniais e Fitoterápicas, em 2006, que visa principalmente melhorar o acesso da população a plantas medicinais e fitoterápicas no SUS no Brasil, acompanhado do aumento da demanda pelo produto, surge a necessidade de aumento da área de cultivo e da produtividade da camomila, porém a falta de informações sobre a cultura dificultava o manejo de cultivo e o sucesso da atividade. Corrêa Júnior e Scheffer (2014) acreditam no potencial produtivo desta cultura no Brasil, porém salientam a importância do desenvolvimento de pesquisas, que visem o aumento da produtividade e sustentabilidade do sistema nas regiões produtoras.

A fenologia é uma importante ferramenta para a padronização da linguagem técnica referente ao ciclo das culturas. Além disso, conhecer os estádios fenológicos, permite ao produtor planejar suas atividades, sendo as técnicas de manejo recomendadas e realizadas em seu tempo apropriado, minimizando interpretações equivocadas de recomendações. Segundo Palaretti et al. (2012), o uso da soma térmica constitui uma instrumento importante na minimização de erros de posicionamento de culturas e estimativa da variabilidade de duração dos ciclos, conforme as condições ambientais, a fim de planejar adequadamente os cultivos e minimizar a probabilidade de erros relacionados ao manejo. Assim, caracteriza-se como uma técnica que auxilia na superação dos problemas advindos do uso exclusivo do calendário civil e da identificação e realização do zoneamento de risco agroclimático, bem como possibilita o planejamento de um escalonamento de produção.

Apenas o conhecimento da soma térmica entre os estádios de desenvolvimento e o ciclo das culturas não é suficiente para compreender a atuação da temperatura do ar no desenvolvimento das plantas. Neste sentido, segundo Streck et al. (2009), o plastocrono surge como um indicador da necessidade de energia térmica que a planta utiliza para seu

desenvolvimento. Representa um complemento que auxilia no entendimento da interação entre o clima e as culturas, permitindo uma comparação entre espécies em um mesmo local, bem como, de uma mesma espécie quando submetida à diferentes condições térmicas. Tendo-se conhecimento do plastocrono, é possível obter o número total de nós (NN), utilizado como um indicador do estágio fenológico das culturas. O número de nós é utilizado também para estimar a área foliar das plantas, fator que indica o quanto de energia solar está sendo interceptada pela planta e aproveitada para realização da fotossíntese, processos metabólicos que resultarão na produção de matéria seca e em maior produtividade (SINCLAIR, 1986).

Deste modo, tendo em vista a importância do conhecimento das necessidades bioclimáticas das plantas de camomila, o objetivo do trabalho foi determinar a soma térmica acumulada para seis subperíodos, no intervalo compreendido entre a semeadura e a maturação, o plastocrono e número final de nós da camomila semeada em diferentes datas e espaçamentos entre plantas.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento com a cultura da camomila, cv. Mandirituba, foi conduzido em 2017 no campo experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, RS (latitude: 29° 43' S, longitude: 53° 43' W e altitude: 95 m). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região onde o município de Santa Maria está inserido é do tipo Cfa, ou seja, subtropical úmido com verões quentes e sem estação seca definida. A temperatura média do ar para Santa Maria é de 13,8°C no mês mais frio e 24,7 °C no mês mais quente, e a precipitação pluvial normal anual é de 1712,4 mm, distribuída de forma uniforme ao longo do ano (HELDWEIN et al., 2009). O solo do local é um Argissolo Vermelho Distrófico arênico, pertencente a unidade de mapeamento São Pedro (STRECK et al., 2008).

Previamente à semeadura do experimento, foram realizadas aragem e gradagem do solo visando obter uniformidade da superfície da área para facilitar a semeadura e a emergência das plantas em função do pequeno tamanho da semente. O espaçamento adotado foi de 30 cm entre as linhas e 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 40 cm entre plantas na linha, totalizando densidades de 66, 33, 22, 16, 13, 11 e 8 plantas m⁻², respectivamente. Em cada data de semeadura o experimento constou de 28 parcelas, tendo-se 4 repetições para cada um dos sete espaçamentos entre plantas. O experimento foi organizado no

delineamento experimental inteiramente casualizado e cada unidade experimental foi composta por 10 fileiras de plantas, dispostas nas dimensões de 3 x 3 m, perfazendo uma área total de 9 m² e área útil de 4 m².

As sementeiras ocorreram em 18 de março, 28 de abril, 30 de junho, 28 de julho e 31 de agosto de 2017 e foram realizadas de forma manual e superficial em linhas, sendo as sementes cobertas com uma fina camada de substrato comercial. Juntamente com a sementeira foi realizada adubação de base, na linha de sementeira, sendo que esta quantificada conforme os resultados da análise de solo da área experimental e a necessidade da cultura da camomila (CQFS, 2004). Após a sementeira em cada uma das cinco datas, procedeu-se a instalação de um sistema de irrigação por gotejo, visando o suprimento da necessidade hídrica da cultura.

Após a emergência da camomila foi realizado o desbaste das plantas em excesso para obter o espaçamento entre plantas na linha estabelecido para cada tratamento e após o desbaste foi realizada a adubação nitrogenada em cobertura. Capinas eventuais foram efetuadas ao longo do ciclo das plantas, em todas as datas de sementeira, a fim de evitar danos causados pela competição de plantas daninhas, sendo este o único trato cultural realizado. No transcorrer do experimento não houve incidência de pragas e doenças, não requerendo intervenções de controle.

As observações fenológicas foram realizadas três vezes por semana em duas plantas por parcela, utilizando a escala fenológica proposta por Pirzad et al. (2010), procedendo-se a contagem do número de nós (NN) na haste principal de cada planta, sendo considerada uma folha quando a mesma apresentou comprimento maior que 2 cm. O número final de nós (NFN) foi determinado, contando-se o número máximo de nós que a planta emitiu até a colheita. Além disso, foram observados os estádios de emergência – EME, quatro folhas completamente desenvolvidas - V4, início do estágio reprodutivo – IR (quando é possível a visualização da estrutura reprodutiva da camomila), início da floração – IF (5% dos capítulos com flores abertas cujas flores liguladas encontravam-se em posição horizontal), plena floração – PF (50% dos capítulos abertos cujas flores liguladas encontravam-se em posição horizontal) e maturação fisiológica – MAT (95% das inflorescências com coloração parda) (Apêndice F).

Cada subperíodo foi computado em número de dias e posteriormente foi calculada a soma térmica para cada planta em escala diária (STd) e, de acordo com os dados fenológicos obtidos pelas observações a campo, a soma térmica acumulada para cada

subperíodo de desenvolvimento da cultura e para todo o ciclo da cultura. O cálculo da soma térmica diária (STd, °C.dia) foi realizado de acordo com Arnold (1960):

$$STd = (T_{\text{méd}} - T_b) * 1.\text{dia} \quad (1)$$

em que: $T_{\text{méd}}$ é a temperatura média do ar (°C) calculada a partir da média aritmética entre a temperatura máxima e mínima diárias do ar; T_b é a temperatura basal para emissão de folhas na cultura da camomila de 6,5 °C, conforme Mohammad (2011).

O cálculo da soma térmica acumulada (STa, °C.dia) foi realizado pelo somatório dos valores de STd em cada subperíodo e para o ciclo, desde a emergência das plantas até a maturação fisiológica das mesmas. A partir da soma térmica acumulada obtida para a cultivar de camomila Mandirituba, foi procedida a estimativa do plastocrono, realizada através da regressão linear simples entre o NN e a STa, sendo o plastocrono o inverso do coeficiente angular dessa regressão linear (STRECK et al., 2005).

Os dados de temperatura mínima e máxima do ar utilizados no cálculo da soma térmica e os dados de precipitação pluvial e radiação solar incidente na superfície foram obtidos junto à Estação Meteorológica Automática de Santa Maria pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada a 100 m da área experimental. O cálculo da soma térmica acumulada no ciclo total (STa, °C dia) foi realizado pelo somatório dos valores de STd desde a sementeira até o estágio de final de floração (FF) das plantas.

As variáveis plastocrono e NFN foram submetidas à análise de normalidade e, quando atendidas as pressuposições, submetidas à análise de variância pelo Teste F a 5% de probabilidade com o auxílio do software Sisvar® e apresentando significância foram comparadas pelo teste Scott-Knott. A análise estatística utilizada para as variáveis número de dias e soma térmica dos subperíodos de desenvolvimento da camomila constou do cálculo da média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As cinco datas de sementeira expuseram a camomila a diferentes condições ambientais no decorrer do ciclo de desenvolvimento, principalmente, no que se refere à temperatura do ar, radiação solar incidente e precipitação pluvial (Figura 1), que são os fatores meteorológicos mais limitantes para a expressão da produção vegetal. Essas

condições distintas auxiliam no melhor entendimento da resposta fenológica da camomila às condições meteorológicas (Figura 1).

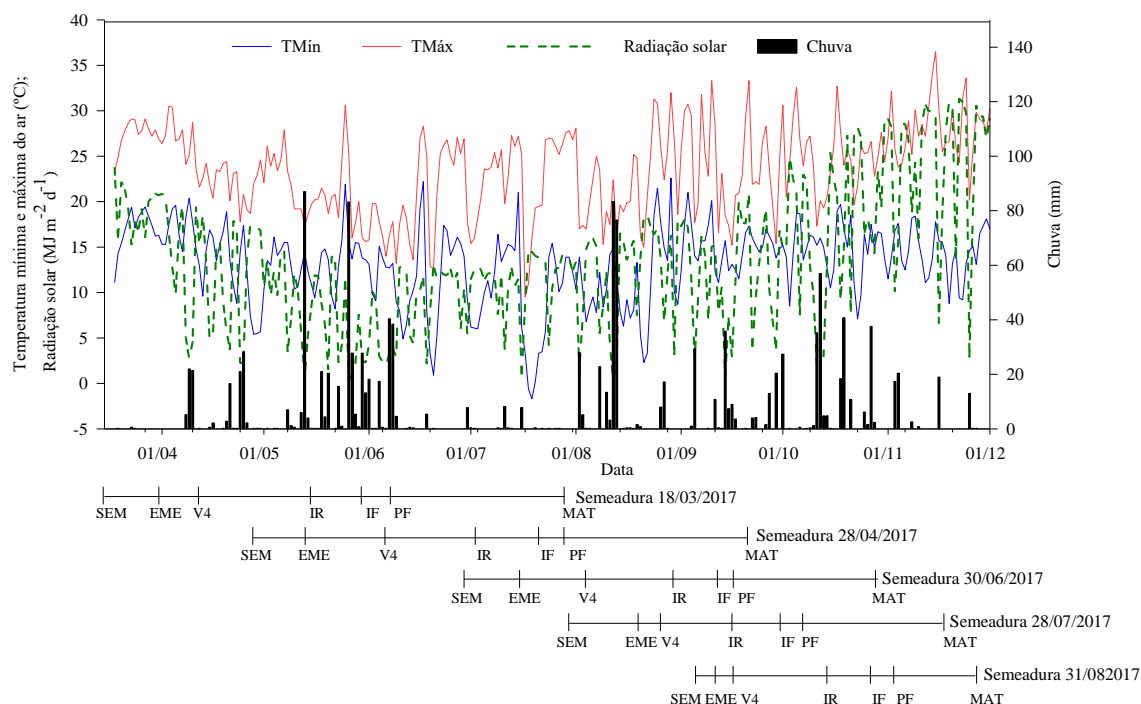


Figura 1 - Temperatura mínima (TMín, °C) e máxima diária do ar (TMáx, °C), radiação solar incidente na superfície ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) e precipitação pluviométrica (chuva, mm) do período de 18 de março a 31 de novembro de 2017, e a ontogenia da camomila semeada em diferentes datas, em Santa Maria - RS. (EME= emergência; V4= quatro folhas completamente desenvolvidas; IR= visualização da estrutura reprodutiva da camomila; IF= início da floração; PF= plena floração; MAT= maturação fisiológica).

A temperatura do ar durante o ciclo da camomila apresentou variabilidade em todas as datas de semeadura e em apenas 4 dias a temperatura média do ar foi menor que a T_b da camomila. Durante o ciclo das plantas da semeadura realizada em março ocorreu a geada em 8 dias no subperíodo de PF-MAT, já na semeadura realizada em abril ocorreu geada em 2 dias no subperíodo de V4-IR, 6 dias no subperíodo de IR-IF e em 2 dias no subperíodo de PF-MAT. Nas semeaduras de junho e julho ocorreu geada em dois dias no subperíodo de EME-V4, e semeadura de agosto não ocorreu geada. Apesar da exposição da camomila à geadas nos diferentes subperíodos de desenvolvimento, não foi verificado dano nas plantas após a sua ocorrência. Danos na camomila causados pela geada também não foram encontrados por Mapeli et al. (2005) e por Vieira et al. (2007), o que confirma que a camomila tem boa tolerância ao frio, mesmo no período reprodutivo.

Temperaturas máximas do ar superiores a 30°C, que são estressantes à camomila (DALLA COSTA, 2001) foram verificadas em dois dias no subperíodo de EME-IF das plantas semeadas março. Na semeadura realizada em abril ocorreram em 1 dia no subperíodo de EME-V4 e em 7 dias no subperíodo de PF-MAT. Nas semeaduras realizadas em junho, julho e agosto a frequência de temperatura máxima do ar acima de 30°C aumentou. Verificou-se a ocorrência de 2 dias no subperíodo V4-IR, 5 dias no IR-PF e 1 dia no PF-MAT na semeadura de junho, 6 dias no subperíodo de EME-V4, 1 dia no subperíodo de IF-PF e de 10 dias no subperíodo de PF-MAT para a semeadura realizada em julho. Já para as plantas semeadas em agosto, 17 dias, ao longo de todo o ciclo das plantas, tiveram temperatura máxima do ar acima de 30°C.

A precipitação pluviométrica distribuiu-se ao longo do ciclo das plantas, mas os períodos de 18 de março a 7 de abril e de 21 de junho a 1 de agosto demandaram irrigação complementar. No entanto, no mês de maio, houve alto acúmulo de precipitação pluvial, com um total de 314,6 mm, 247% maior do que a normal climatológica desse mês (127,5 mm). Este período chuvoso, em que se destacam os dias 13 e 26 de maio com precipitação de 87 e 83 mm, respectivamente, correspondeu ao período em na semeadura de março as plantas estavam no período vegetativo até o início da floração e as semeadas em abril no subperíodo de SEM-V4. Outros períodos em que ocorreu alto acúmulo de precipitação pluvial foram: de 1 a 9 de junho, com total de 120 mm, que coincidiu com o subperíodo de IF-PF da primeira semeadura e com o subperíodo de EME-V4 das plantas da segunda semeadura; de 8 a 12 de agosto, com um total de 200 mm, coincidindo o subperíodo de PF-MAT na segunda semeadura, V4-IR na terceira semeadura e de SEM-V4 na quarta semeadura; e de 11 a 19 de outubro, com 161 mm, coincidindo com o subperíodo de PF-MAT da terceira e quarta semeadura e de IR-PF da quinta semeadura.

O total acumulado da radiação solar global incidente na superfície foi de 1291, 1302, 1442, 1588, 1451 MJ m⁻² durante o ciclo de cultivo em 18 de março, 28 de abril, 30 de junho, 28 de julho e 31 de agosto de 2017, respectivamente.

Para as variáveis fenológicas estudadas não houve interação entre o fator data de semeadura e espaçamento entre plantas (Apêndice C e D). Os diferentes espaçamentos entre plantas não diferiram estatisticamente para nenhuma das variáveis fenológicas analisadas, entretanto, entre as datas houve, o que demonstra a influência dos elementos meteorológicos sobre o desenvolvimento da camomila. Tal resultado indica que, independentemente do espaçamento entre plantas, a necessidade de acúmulo térmico é o fator mais decisivo na fenologia da cultura. A duração total do ciclo de desenvolvimento

e dos subperíodos de SEM-EME, EME-V4, V4-IR, IR-IF, IF-PF, PF-MAT e SEM-MAT variaram entre as datas de semeadura, independente se o tempo foi contabilizado como dias do calendário civil ou como soma térmica (Figura 2).

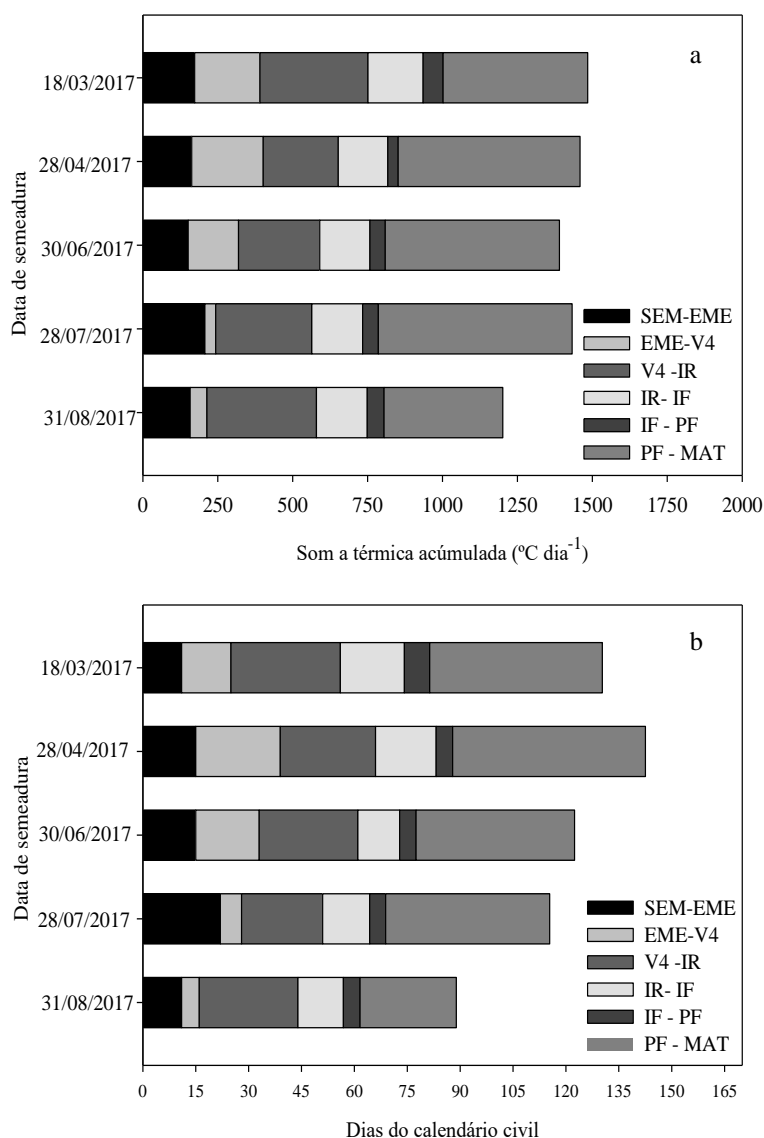


Figura 2 - Duração dos subperíodos de desenvolvimento que compreendem a semeadura a emergência (SEM-EME), emergência a quatro nós desenvolvidos (EME-V4), quatro nós desenvolvidos ao início do estágio reprodutivo (V4-IR), início do estágio reprodutivo ao início da floração (IR-IF), início da floração à plena floração (IF-PF) e plena floração à maturação fisiológica (PF-MAT) da camomila, em função da soma térmica calculada (a) e do número de dias (b) para diferentes datas de semeadura

Quando o tempo foi representado em soma térmica, a duração do subperíodo de SEM-EM teve menor variação do que comparado à contabilização dos dias (Tabela1). Para esse subperíodo a semeadura de julho apresentou maior tempo, tanto em soma

térmica, com 207 °C dia, quanto em dias do calendário civil, com 22 dias. Já a menor duração desse subperíodo foi diferente para a forma de determinação, verificando-se 11 dias na semeadura de março e agosto e a menor soma térmica (151 °C dia) na semeadura de julho (Figura 2).

Tabela 1 - Média, desvio padrão (DP, em dias ou °C dia) e coeficiente de variação (CV, %) da duração dos subperíodos de desenvolvimento da semeadura à emergência (SEM-EME), emergência à quatro nós desenvolvidos (EME-V4), quatro nós desenvolvidos ao início do estágio reprodutivo (V4-IR), início do estágio reprodutivo ao início da floração (IR-IF), início da floração à plena floração (IF-PF), plena floração à maturação fisiológica (PF-MAT) e semeadura à maturação fisiológica (SEM-MAT) da camomila função da metodologia da soma térmica (STa, °C dia) e em função do número de dias do calendário civil (Dia).

	SEM-EME		EME-V4		V4-IR		IR-IF		IF-PF		PF-MAT		SEM-MAT	
	Dia	STa	Dia	STa	Dia	STa	Dia	STa	Dia	STa	Dia	STa	Dia	STa
Média	14,8	170,4	13,4	143,3	27,4	313,7	14,7	171,2	5,1	52,1	44,5	542,7	120,5	1392,6
DP	4,5	21,9	8,1	92,6	2,9	51,9	2,8	7,4	1,1	11,6	10,3	101,7	20,1	111,8
CV	30,4	12,9	60,1	64,6	10,5	16,5	19,2	4,3	22,3	21,9	23,1	18,7	16,7	8,0

O subperíodo com maior CV correspondeu ao período de estabelecimento da cultura (EME-V4) (Tabela 1), com contraste de 5 a 24 dias da semeadura de agosto para a de maio, e de 36 a 238,6 °C dia para a semeadura de julho em relação a maio. Tamaña variação pode estar associada às condições meteorológicas que ocorreram ao longo desse subperíodo, principalmente na semeadura realizada em julho, em que dia 21 de agosto a temperatura mínima do ar foi de 2,3 °C e no dia 24 de agosto a temperatura máxima do ar foi 31,3 °C, mas sob ótima disponibilidade de radiação solar, ocorrendo um possível estímulo à emissão de folhas por uma provável alta taxa de fotossíntese associada a grande amplitude térmica (média de 13,7°C) e temperatura crescente. Segundo Von Hertwig (1986), para algumas plantas medicinais há uma exigência com relação à amplitude térmica, e quanto menor a temperatura da noite em relação à temperatura diurna há uma aceleração no crescimento, pois a migração dos produtos elaborados pela fotossíntese durante o dia é favorecida por noites mais frescas. Já para a semeadura realizada em março, o prolongamento do subperíodo de EME-V4 por 24 dias possivelmente decorreu do alto acúmulo de precipitação pluviométrica (355 mm), que

além de ocasionar estresse por excesso hídrico às plantas ocasionou também menor disponibilidade de radiação solar. Ao longo desse subperíodo, houve um período em que a precipitação pluviométrica ocorreu em 11 dias consecutivos (Figura 1).

O maior prolongamento do período entre a semeadura até a observação dos quatro nós desenvolvidos, permite inferir a baixa taxa de crescimento inicial das plantas semeadas em março e abril, inferindo também que a capacidade de competição inicial da camomila com as plantas daninhas pode ser prejudicada se a condição térmica e, possivelmente a disponibilidade de radiação solar, não for adequada para promover um rápido desenvolvimento das plantas após emergirem. Portanto, semeadura de março e abril, em anos de El Niño que apresentam maior precipitação que a Normal Climatológica nessa época (BERLATO; FONTANA, 1997), podem prejudicar a cultura, justamente quando se espera um rápido crescimento inicial das plantas.

Com desvio padrão de aproximadamente 52 °C dia e de três dias, o subperíodo de V4-IR não apresentou menor variação em comparação ao subperíodo anterior. Os valores extremos foram de 365,5 e 250,3 °C dia na semeadura de abril e julho e de 12 a 18 dias para a semeadura de junho e março, respectivamente. Em relação a soma térmica, a primeira data de semeadura apresentou atraso para atingir o estágio reprodutivo, provavelmente pela ocorrência muito frequente das chuvas, que também dificultaram o estabelecimento das plantas semeadas em abril. O conhecimento do momento da ocorrência desse subperíodo é de extrema importância para o manejo cultural da camomila, visto que é para este subperíodo a indicação da adubação nitrogenada em cobertura (AMARAL et al., 2008), além do cuidado com o manejo da irrigação, pois é nesse subperíodo que a cultura garante seu potencial produtivo (SINGH et al., 2011).

O subperíodo de IR-IF foi o que demonstrou menor variação quando o tempo foi contabilizado em soma térmica, com CV de apenas 4,3 % e média de soma térmica de 171,2 °C dia, sendo este o subperíodo mais influenciado pela condição térmica, com diferença de somente 18°C dia entre a semeadura realizada em março para a realizada em abril. Já a contabilização em números de dias resultou em maior variação, verificando-se 12 dias na semeadura realizada em junho e 18 para a realizada em março.

No subperíodo de IF-PF a contabilização do tempo em dias e em soma térmica teve coeficiente de variação semelhante (Tabela1), representando o subperíodo mais curto do ciclo, com duração de 5,1 dias e de 52,1 °C dia. O conhecimento desse subperíodo é importante, pois segundo Franz (1980), o conteúdo e a composição do óleo essencial apresentam variação com os estágios de desenvolvimento da flor, sendo que uma semana

após o início da floração, o teor de óleo atinge os níveis mais altos. O resultado obtido por Franz (1980) está de acordo com os de Amaral et al. (2014) que encontraram maior rendimento de óleo essencial na colheita de capítulos dos primeiros dias de floração ocorrendo decréscimo de rendimento nas colheitas subsequentes.

O subperíodo de PF-MAT, compreende o subperíodo com maior produção de capítulos floridos, sendo o ponto de colheita determinado quando a maior parte dos capítulos floridos está aberta (BIASI; DESCHAMPS, 2009). Para esse subperíodo, a contabilização do tempo em soma térmica representou melhor a duração do que a contabilização realizada em dias, com variação de 396,5 a 607, 1 °C dia da sementeira realizada em agosto e abril, respectivamente. Para a contabilização desse subperíodo a diferença foi de 27 dias entre a sementeira realizada em agosto e abril. Com um maior alongamento do subperíodo de PF-MAT, as plantas ficaram mais tempo emitindo flores, esperando-se assim também uma maior produção de capítulos floridos de camomila, mas também resultou em um indesejável maior número de repasses. Segundo Amaral et al. (2014), a “idade de colheita” da camomila (cv. Mandirituba) mais apropriada para a obtenção de maior massa seca de capítulos é aos 106 DAE, momento esse compreendido entre o PF-MAT. No entanto, verifica-se que se fosse adotado esse critério no atual trabalho haveria colheita fora do momento ideal em quatro das cinco datas de sementeira de março a agosto (Figura 2 b). O conhecimento da soma térmica necessária para a plena floração permite ao produtor rural um melhor planejamento da colheita, realizando a mesma no momento com maior produção de capítulos floridos, e, desse modo, permite agendar mão de obra auxiliar se necessário. Portanto, o critério de contagem dos DAE não se mostrou adequado.

A duração de todo o ciclo da cultura, que abrange o período entre a sementeira e a maturação fisiológica, foi melhor descrita pelo somatório térmico do que a contabilização em dias do calendário civil. Esse resultado demonstra que a camomila é fortemente influenciada pela disponibilidade térmica, e que a temperatura do ar pode ser um fator limitante para o seu desenvolvimento. O encurtamento do ciclo das plantas semeadas em agosto, em especial o encurtamento do período de floração, pode ser relacionado ao estresse térmico que as plantas sofreram ao longo de todo ciclo. Segundo Ebrahimi et al. (2011) temperatura média do ar superior a 20°C pode causar o fechamento dos estômatos, levando a uma diminuição na absorção de CO₂. Ao longo do ciclo das plantas dessa data de sementeira tardia em muitos dias ocorreram valores de temperatura do ar acima de 30°C, levando ao encurtamento do ciclo das plantas. Segundo Galambosi

(1992), a temperatura demandada pela camomila é de 10 a 21°C em todas as fases de desenvolvimento da planta, e em altas temperaturas, de 28 a 32° C, ocorre um encurtamento do período de floração.

Para o subperíodo que compreende EME-V4 e V4-IR a metodologia da soma térmica demonstrou maior variação do que a contagem de dias. O método da soma térmica possui um ponto crítico, que é o fato de pressupor a linearidade constante entre a temperatura do ar e o crescimento e desenvolvimento vegetal. Nesse sentido, Streck (2002) afirma que tal pressuposição não é totalmente realística do ponto de vista biológico, dado que, a resposta dos processos biológicos à temperatura, é linear em uma faixa térmica entre as temperaturas basais inferior e superior. Esse fato, associado aos demais já mencionados, também pode explicar a diferença de necessidade térmica entre os dois subperíodos. Streck et al. (2002) desenvolveram e testaram um método, utilizando uma função com três coeficientes de interpretação biológica, as temperaturas cardinais de desenvolvimento (mínima, ótima e máxima), utilizando dados da taxa de aparecimento de nós em diferentes temperaturas, para duas cultivares de melão. Constatou que a função não linear é mais precisa que o método da soma térmica, mostrando a variabilidade existente nesse último. Para que esse método seja aplicado na cultura da camomila é necessário que sejam determinadas suas temperaturas cardinais, para posterior estudo do método e sua comparação com a soma térmica.

Entretanto, mesmo com essas limitações, o método de necessidade térmica é mais eficiente quando comparado com o de número de dias, considerando que, o desenvolvimento das plantas não ocorre conforme o número de dias do calendário civil, ou seja, por acúmulo de dias, e sim, pela interação de diversos fatores que propiciam o desenvolvimento da cultura, favorecendo seu metabolismo, fotossíntese, manutenção da turgescência das células, nutrição, dentre outros fatores. Todas essas funções ou processos serão proporcionados em maior ou menor grau, conforme as condições ambientais, sendo a radiação solar, a temperatura do ar e a disponibilidade hídrica os fatores que mais influenciam.

As regressões lineares entre o NN e a soma térmica apresentaram valores do coeficiente de determinação (R^2) acima de 0,97, ratificando que a temperatura do ar é o principal elemento meteorológico que influencia na emissão de nós na cultura da camomila (Figura 3). O plastocrono e NFN da camomila variaram conforme a data de semeadura o que indica que essas variáveis foram afetadas pelo ambiente, com tendência de aumento do plastocrono e de diminuição do NFN com o atraso da semeadura. No

entanto, se verifica que pelos menos até a planta alcançar o estágio de V4, a necessidade de soma térmica por emissão de nó é maior nas duas primeiras datas de sementeira e as funções obtidas para as três primeiras datas não descrevem essa ontogenia (Figura 3), sendo necessários mais de 250 °C dia para a emissão dos quatro primeiros nós (Figura 2). Para as duas últimas datas de sementeira, 28/07 e 31/08/2017, isso não ocorreu, pois o coeficiente linear dos respectivos modelos obtidos apresentou tendência a zero (Figura 3d e 3e).

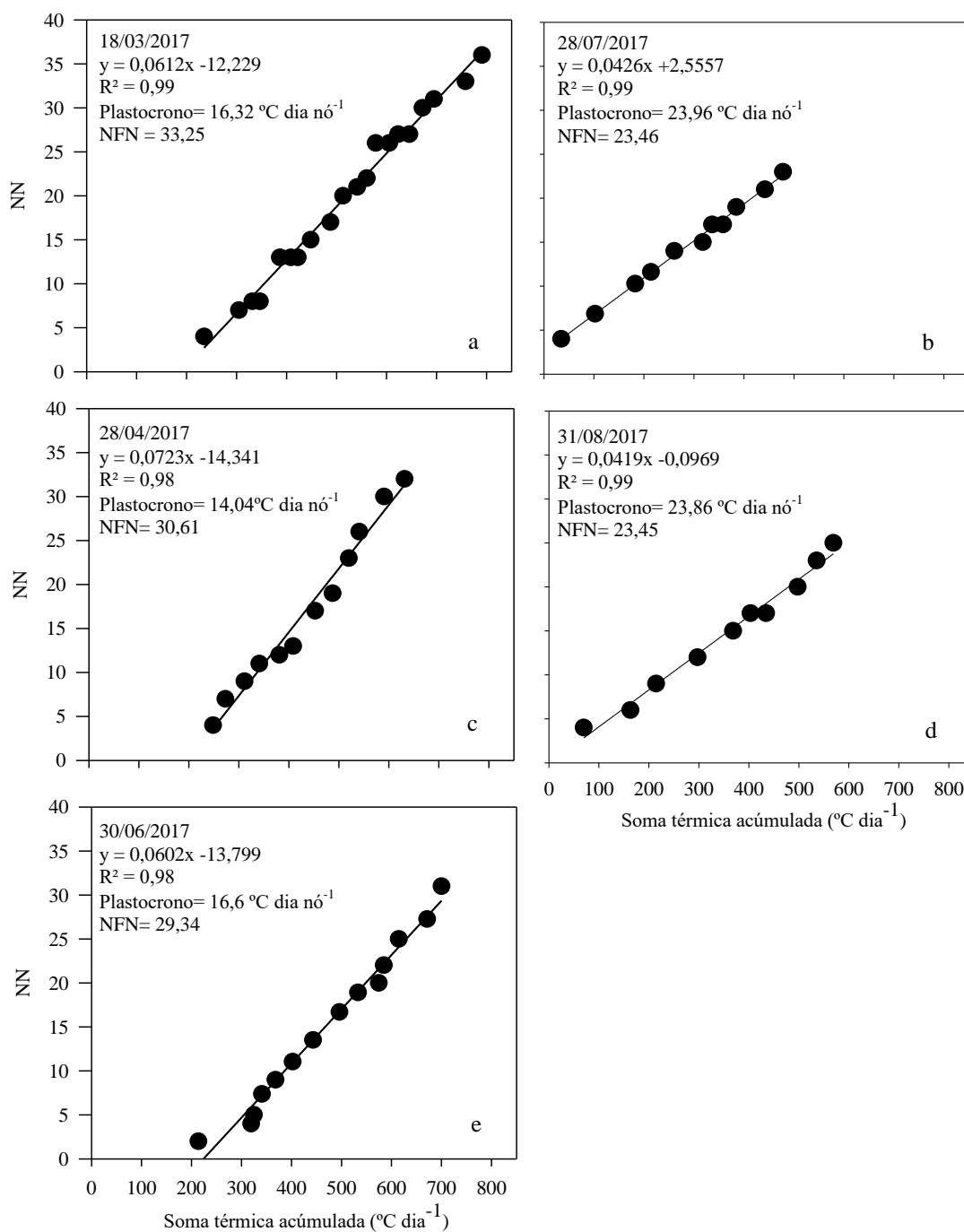


Figura 3 - Regressão linear entre o número de nós (NN) e a soma térmica acumulada para determinação do plastocrono e número final de nós para plantas de camomila com semeadura em 18/03/2017 (a) e 28/04/2017 (b), 30/06/2017 (c), 28/07/2017 (d) e 31/08/2017 (e).

Em todas as datas de semeadura a estabilização do número de nós ocorreu no subperíodo IR-IF. O NFN é uma variável que explica, mesmo que de modo indireto, o crescimento e comportamento da cultura, visto que, quanto maior seu valor, maior a expansão da parte aérea e a área foliar, resultando em maior fechamento do dossel. Esse maior fechamento do dossel no espaço entre as linhas é necessário por dois fatores: a redução da competição por plantas daninhas e a proteção do solo contra erosão. O maior número final de nós para a primeira data de semeadura (Tabela 2) indica maior desenvolvimento e crescimento das plantas dessa data de semeadura, indicando influência nessa variável das diferentes datas de semeadura e condições ambientais. Um fator que pode ter sido determinante na diminuição do número final de nós da segunda e terceira data de semeadura em relação a primeira, foi a ocorrência de geadas, que pode ter induzido a planta a diminuir seu desenvolvimento e adiantar o ciclo reprodutivo, como adaptação natural para perpetuação da espécie. Já para a quarta e quinta data de semeadura as altas temperaturas do ar podem ter causado uma menor emissão de nós, devido a aceleração do ciclo.

Tabela 2 - Plastocrono e número final de nós (NFN) de camomila. Cv. Mandirituba, semeada em diferentes datas de semeadura em Santa Maria, RS

Datas de semeadura	Plastocrono ($^{\circ}\text{C dia n}^{\circ-1}$)	NFN
18/03/2017	16,32 b	33,25 a
28/04/2017	14,04 c	30,61 b
30/06/2017	16,06 b	29,34 b
28/07/2017	23,96 a	23,46 c
31/08/2017	23,86 a	23,45 c
Média	18,95	28,02
CV (%)	10,2	13,0

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade de erro

O plastocrono da camomila variou com a data de semeadura, apresentando diferença de até $9,82\text{ }^{\circ}\text{C dia } \text{nó}^{-1}$ da semeadura realizada em abril para a realizada em agosto. Streck et al. (2005) para a cultura do melão, Martins et al. (2011) para a cultura da soja e Fagundes et al. (2008) para malmequer-do-campo, também obtiveram variação no plastocrono entre diferentes datas de semeadura. Porém uma variação de $9,82\text{ }^{\circ}\text{C dia}$ é considerada grande, principalmente se o interesse é na utilização de modelos de previsibilidade que associem o número de nós a outros eventos que ocorrem na planta (STRECK et al., 2005) e as práticas de manejo. A diferença encontrada no plastocrono, para as diferentes datas de semeadura, pode ser explicada pelo fato de que outros fatores podem influenciar na resposta da planta ao acúmulo térmico principalmente no estabelecimento das plantas, quando proporcionam condições ambientais mais ou menos propícias para o seu desenvolvimento. É possível que o aumento do plastocrono com o atraso da semeadura seja uma resposta ao fotoperíodo, já que o aumento da taxa de desenvolvimento em fotoperíodos crescentes é uma resposta típica de plantas de dia longo, e a camomila pode ser induzida ao estágio reprodutivo com de apenas oito horas de fotoperíodo (SALAMON, 2007). Franz et al. (1986) estudando camomila sob fotoperíodos de 8, 13 e 18 horas por ciclo de 24 horas, concluíram que a camomila é responsiva ao alongamento do fotoperíodo, com melhor desempenho em termos de produtividade de capítulos florais e teor de óleo essencial foi observado com fotoperíodo de 18 horas.

CONCLUSÃO

Os espaçamentos entre plantas não influenciaram o desenvolvimento fenológico da camomila. Já a data de semeadura interferiu na soma térmica dos seis subperíodos estudados, plastocrono e número final de nós.

A duração do ciclo total da camomila foi melhor descrita quando relacionada ao somatório térmico do que em dias do calendário civil.

O plastocrono e número final de nós na haste principal da camomila variam conforme a data de semeadura.

Semeaduras mais tardias resultam em maior plastocrono e menor número final de nós.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, W. et al. Desenvolvimento da camomila, rendimento e qualidade do óleo essencial em diferentes idades de colheita. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 2, p. 237-242, 2014.
- AMARAL, W. et al. Desenvolvimento, rendimento e composição de óleo essencial de camomila [*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert] sob adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.10, p.1-8, 2008
- ARNOLD, C. Y. Maximum-minimum temperatures as a basis for computing heat units. In. **American Society for Horticultural Sciences**, v. 76, n. 01, p. 682-692, 1960.
- BERLATO, M.A. FONTANA, D.C.; Influência do El Niño Oscilação Sul (ENOS) sobre a precipitação do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.5, p.127-132, 1997.
- BIASI, L.A.; DESCHAMPS, C. **Plantas aromáticas do cultivo à produção de óleo essencial**. Curitiba: Layer Studio Gráfico e Editora Ltda, 2009. 160p.
- CORREA JÚNIOR, C; SCHEFFER, M. C. As plantas medicinais, aromáticas e condimentares e a agricultura familiar. **Horticultura Brasileira**, v. 32. n. 3. p. 376. 2014.
- CQFS – Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Porto Alegre: Comissão de Química e Fertilidade do Solo-RS/SC, 10.ed., 2004. 400p.
- DALLA COSTA, M. A. **Processo de produção agrícola da cultura da camomila no município de Mandirituba - PR**. 2001. 69 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Paraná, Curitiba, 2001.
- EBRAHIMI, A. et al. Effects of temperature and varieties on essential oil content and quantity features of chamomile. **Journal of Agricultural Extension and Rural Development**, v.3, n.2, p.19–22, 2011.
- FAGUNDES, J.D. et al. Temperatura base, plastocrono e número final de nós no malmequer-do-campo. **Ciência Rural**, v.38, p.2471-2477, 2008.
- FRANZ, C. Content and composition of the essential oil in flower heads of *Matricaria chamomilla* L. during its ontogenetical development. **Acta Horticulturae**, v. 96, p.317–321, 1980.
- FRANZ, C. et al. Influence of ecological factors on yield and essential oil of chamomile (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert syn, *Matricaria chamomilla* L.). **Acta Horticulturae**, v. 188: 157–162, 1986.
- GALAMBOSI, B.; SZEBENI, Z. Experiments on elaborating growing technics for chamomile in Finland. **Acta Horticulturae**. v. 306, p. 408-420, 1992.
- HELDWEIN, A.B.; BURIOL, G.A.; STRECK, N.A. O clima de Santa Maria. **Ciência & Ambiente**, v.38, p.43-58, 2009.

- MAPELI, N.C. et al. Produção de biomassa e de óleo essencial dos capítulos florais da camomila em função de nitrogênio e fósforo. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 32-37, 2005.
- MARTINS, J.D. et al. Plastocrono e número final de nós de cultivares de soja em função da época de semeadura. **Ciência Rural**, v. 41, n. 6, p. 954-959, 2011.
- MOHAMMAD, S.M. Study on Cammomile (*Matricaria chamomilla* L.) Usage and Farming. **Advances in Environmental Biology**, v. 5, n. 7, p. 1446-1453, 2011.
- PALARETTI, L. F. et al. Soma Térmica para o Desenvolvimento dos Estádios do Tomateiro. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.6, nº 3, p. 240 - 246, 2012.
- PINTO, E. P. P.; AMOROZO, M. C. M.; FURLAN, A. Conhecimento popular sobre plantas medicinais em comunidades rurais de Mata Atlântica - Itacaré, BA, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 20, n. 4, p. 751-762, 2006.
- PIRZAD, A. et al. Phenology of German chamomile and its changes under different irrigation regimes and plant densities. **Notulae Scientia Biologicae**, v. 2, p. 43-48, 2010.
- SALAMON, I. Effect of the internal and external factors on yield and qualitative–quantitative characteristics of chamomile essential oil. **Acta Horticulturae**, v. 749, p. 45-64, 2007.
- SINCLAIR, T.R. Water and nitrogen limitations in soybean grain productivity. I. Model development. **Field Crops Research**, Amsterdam v.15, n.2, p.125-141, 1986.
- SINGH O. et al. Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.): An overview. **Pharmacognosy Reviews**, v. 5, n. 9, p. 82–95, 2011.
- STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. - 2 ed.- Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 222 p, 2008.
- STRECK, N. A. et al. Estimativa do plastocrono em meloeiro (*Cucumis melo* L.) cultivado em estufa plástica em diferentes épocas do ano. **Ciência Rural**, v. 35, n. 02, p. 1275-1280, 2005.
- STRECK, N. A. et al. Improving node number simulation in soybean. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n. 7, p.661-668, 2009.
- STRECK, N.A. A generalized nonlinear air temperature response function for node appearance in muskmelon (*Cucumis melo* L.). **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. v.10. p.105- 111. 2002.
- VIEIRA, M.C. et al. Doses de nitrogênio e de cama-de-frango na produção da camomila 'Mandirituba'. **Acta Scientiarum: Agronomy**, v. 31, p. 79-85, 2009.

6. ARTIGO 4 – Espaçamento entre plantas e data de semeadura na produtividade e teor de óleo essencial de camomila

RESUMO: Para atender à evolução na demanda por camomila, é necessário não apenas aumentar a produtividade, mas também há necessidade de aumentar os estudos para a expansão da área de cultivo para áreas de clima subtropical, em um cenário de sustentabilidade e competitividade no mercado. Dentre os principais fatores que causam variação na produtividade de capítulos florais e óleo essencial da camomila estão a data de semeadura, atrelada às condições meteorológicas que ocorrem ao longo do seu ciclo de desenvolvimento, e a utilização do espaçamento entre plantas mais adequado para esse ambiente. Assim, objetivou-se avaliar as respostas das plantas de camomila às condições ambientais da região central do Rio Grande do Sul, em especial, à data de semeadura confrontada com os diferentes espaçamentos entre plantas em relação a produtividade de capítulos e a produção de óleo essencial. Um experimento de campo foi conduzido em Santa Maria- RS, com cinco datas de semeadura (18/03, 28/04, 30/06, 28/07 e 31/08/2017), utilizando-se sete diferentes espaçamentos entre plantas nas linhas (5, 10, 15, 20, 25, 30 e 40 cm), distanciadas 30 cm entre si. A colheita dos capítulos florais da camomila foi realizada manualmente a partir do início da floração, repetida quinzenalmente até a maturação das plantas, em dois metros lineares de cada unidade experimental. As variáveis analisadas foram a produtividade de capítulos florais secos, teor e produtividade de óleo essencial. A extração do óleo essencial foi realizada pelo processo de destilação por arraste a vapor, usando aparelho do tipo Clevenger. Verificou-se que as datas de semeadura afetam a produtividade de capítulos florais secos, o teor e a produtividade de óleo essencial da camomila, cv. Mandirituba, sendo que para as semeaduras realizadas em 18 de março e 28 de abril ocorrem os maiores valores para essas variáveis. Há tendência linear de redução na produtividade de capítulos florais secos de camomila com o aumento do espaçamento entre plantas na fileira de 10 para 40 cm em fileiras espaçadas em 30 cm.

PALAVRAS-CHAVE: *Chamomilla recutita*. Planta medicinal. Condições meteorológicas.

Spacing between plants and sowing date on yield and essential oil content of chamomile

ABSTRACT: To meet the constant evolution in the demand for chamomile, appear not only the need to increase productivity, but also the need to increase the studies for the expansion of the cultivation area for subtropical climate areas. Among the main factors that cause variation in the yield of floral chapters and essential oil of chamomile are the date of sowing, coupled with the meteorological conditions that occur throughout its development cycle and the choice of plant spacing. The present study is to evaluate the responses of plants of chamomile in the environmental conditions of humid subtropical climate, so ass the central region of Rio Grande do Sul, in particular, sowing date confronted with the different spacing between plants in relation to the productivity of chapters and the production of essential oil. A field experiment was conducted in Santa Maria, RS, with five sowing dates (03/18/2017, 04/28/2017, 06/30/2017, 07/28/2017 and 08/31/2017). Seven different spacing between plants were used, being 5, 10, 15, 20, 25, 30 and 40 cm. Harvesting the floral chapters of chamomile was done manually from the beginning of flowering, repeated biweekly until the maturity of the plants, in two linear meters of each experimental unit. The analyzed variables were the yield of dried floral chapters, yield and essential oil content. The determination of the essential oil content was carried out by steam distillation using a Clevenger type apparatus. The sowing dates affect the productivity of floral chapters and the yield of essential oil of chamomile, cv. Mandirituba, being that for the sowings on March 18 and April 28 the higher values for these variables. There is a linear tendency of reduction in the productivity of dry floral chapters of chamomile with increased spacing between plants in the row of 10 cm 40 cm in rows spaced 30 cm apart.

KEYWORDS: *Chamomilla recutita*. Medicinal plant. Meteorological conditions.

INTRODUÇÃO

A camomila (*Matricaria chamomilla* L.) é uma importante planta medicinal, da família Asteraceae, altamente popular e muito utilizada na medicina fitoterápica e tradicional em todo o mundo (SINGH et al., 2011). Dentre as principais propriedades medicinais da camomila estão o efeito anti-inflamatório, antiespasmódico, antibacteriano, calmante, controle de distúrbios do sono, melhoria da digestão e a cicatrização de feridas (SHARAFZADEH; ALIZADEH, 2011). Sendo as propriedades medicinais da camomila atribuídas ao seu óleo essencial, devido as suas extensas propriedades farmacológicas e farmacêuticas, está entre os óleos essenciais mais utilizados e valorizados e em crescente demanda, possuindo elevado valor econômico (MELO, 2007; BORSATO et al., 2008).

Para atender à constante evolução na demanda, consequência do crescente interesse dos brasileiros por terapias naturais (MELO, 2007), não é apenas necessário o aumento da produtividade de capítulos florais de camomila, mas também necessário aumentar os estudos para incentivar a expansão da área de cultivo, não deixando de aprimorar a qualidade, o que torna o desenvolvimento de pesquisas primordial. Dentre os principais fatores que causam variação na produtividade de capítulos florais e óleo essencial da camomila estão a data de semeadura, atrelada às condições meteorológicas que ocorrem ao longo do seu ciclo de desenvolvimento (MOHAMMAD et al., 2010; SALAMON, 2007), e a escolha do espaçamento entre plantas.

A escolha adequada da data de semeadura é uma prática de manejo eficaz para a maximização do potencial produtivo das culturas, sem que haja um aumento nos custos de produção. Essa prática de manejo é considerada a de maior impacto sobre o rendimento das culturas, pois nela são alteradas as relações hídricas, a temperatura do solo e do ar e a radiação solar incidente ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura. Evitar ou minimizar os riscos de que estresses térmicos e hídricos possam vir a causar danos às plantas ou coincidam com os subperíodos mais críticos do ciclo da cultura, através da semeadura em datas mais adequadas, pode representar um fator determinante para que se tenha sucesso na produção e estabelecer uma relação comercial competitiva e duradoura.

O cultivo da camomila em linhas de plantas, apesar de exigir maior mão de obra do que a semeadura a lanço, facilita a capina e tem levado a produtividades superiores (CORRÊA JÚNIOR, 1994). Porém há pouca disponibilidade de informações científicas para embasar a recomendação técnica do correto espaçamento entre plantas para a semeadura da camomila em linhas na Região central do estado do Rio Grande do Sul,

visto que com a alteração no espaçamento entre plantas há alteração da distribuição das plantas, na eficiência da interceptação da luz e na competição intraespecífica, o que pode afetar a produtividade. Mesmo assim, os produtores de camomila utilizam espaçamentos e densidades de semeadura muito variável, da mesma forma que os espaçamentos recomendados para a cultura da camomila vão desde 0,20 a 0,60 m entre plantas e fileiras (MARTINS et al., 1998), o que pode estar associado às condições ambientais diferentes de cultivo.

Por esse motivo surge a necessidade de determinar a data de semeadura que permita plantas de camomila expressarem seu máximo potencial produtivo, visto que a determinação correta da data de semeadura é uma das principais decisões a serem tomadas, pois tem forte influência na produtividade e no teor do óleo essencial (MOHAMMAD et al., 2010) e o espaçamento entre plantas que resulte em melhor distribuição de plantas, visando a máxima interceptação de radiação solar e máxima produção de capítulos florais.

Visando a ampliação da área cultivada com camomila para a região central do Rio Grande do Sul, principalmente como opção para os produtores da agricultura familiar, o presente estudo teve como objetivo avaliar as respostas das plantas de à data de semeadura confrontada com os diferentes espaçamentos entre plantas em relação a produtividade de capítulos e a produção de óleo essencial.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (latitude: 29° 43' 23''S, longitude: 53° 43' 15''W e altitude: 95 m), município de Santa Maria, localizado na Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é caracterizado como subtropical úmido com verão quente e sem estação seca definida, do tipo fundamental Cfa, com temperatura média normal do mês mais quente de 24,7°C e de 13,8° C no mês mais frio e precipitação pluvial distribuída de forma uniforme nas quatro estações do ano (HELDWEIN; BURIOL; STRECK, 2009). O solo da área experimental é pertence à Unidade de Mapeamento São Pedro, sendo classificado como Argissolo Vermelho Distrófico arênico (STRECK et al., 2008)

O experimento foi organizado no delineamento inteiramente casualizado, em esquema bifatorial com quatro repetições. O fator A foi composto pelas datas de

semeadura, sendo elas 18 de março, 28 de abril, 30 de junho, 28 de julho e 31 de agosto de 2017, e o fator B composto por sete diferentes espaçamentos entre de plantas (5, 10, 15, 20, 25, 30, e 40 cm), perfazendo uma população de 66, 33, 22, 16, 13, 11 e 8 plantas m⁻², respectivamente. Cada data de semeadura do experimento constou de 28 unidades experimentais, utilizando-se 4 repetições para cada um dos sete espaçamentos entre plantas. Cada unidade experimental, com dimensões de 3 x 3 m, foi composta por 10 fileiras de plantas espaçadas 30 cm entre si, perfazendo uma área total de 9,0 m² e área útil de 4 m².

Para cada semeadura foi realizada aragem e gradagem da área experimental, sendo a semeadura e a adubação realizada de forma manual em linhas, com sementes de camomila da cultivar Mandirituba, adquirida de produtores do estado do Paraná. O solo da área experimental foi analisado quanto às características químicas e a adubação foi realizada de acordo com as recomendações sugeridas para a cultura (CQFS, 2004). Após a semeadura um sistema de irrigação por gotejamento foi instalado para que com irrigação suplementar as plantas não ficassem expostas a déficit hídrico e que seu máximo potencial produtivo fosse expressado em relação a esse fator de produção.

As unidades experimentais foram mantidas livres de plantas daninhas ao longo de todo ciclo de desenvolvimento da cultura por meio de capinas. Não houve necessidade de controle de doenças e pragas em nenhum momento dos experimentos. Após a emergência das plantas, foi realizado o desbaste das plantas em excesso para a obtenção dos espaçamentos entre plantas desejados de cada tratamento.

A colheita dos capítulos florais da camomila foi realizada manualmente a partir do início da floração, repetida quinzenalmente até a maturação das plantas, em 2,0 m lineares de cada unidade experimental. Após a colheita, os capítulos florais foram pesados em balança com precisão de 0,001 g, embalados e armazenados em freezer a -10 °C.

Para a determinação da produtividade e do óleo essencial de camomila, todas as amostras colhidas no período de colheita, em cada unidade experimental foram misturadas para a formação de uma amostra única por unidade experimental. Aproximadamente 50 g de massa fresca de capítulos florais por unidade experimental foram utilizados para a extração do óleo essencial e o restante da amostra foi acondicionada em sacos de papel e secada em estufa com circulação forçada de ar a 60°C até peso constante, quando então o peso da massa seca foi registrado em definitivo.

Para a determinação da produtividade de cada unidade experimental foi utilizada a massa seca dos capítulos florais, somada a massa fresca utilizada para a extração do

óleo essencial multiplicada pela relação entre a massa seca e a massa fresca, isto é, a massa fresca utilizada para extração de óleo foi transformada para massa seca, após a determinação da umidade de cada amostra que foi para secagem.

A determinação do teor de óleo essencial das 140 amostras de capítulos florais de camomila foi realizada pelo processo de destilação por arraste a vapor, usando aparelho do tipo Clevenger graduado, acoplado em um balão de fundo redondo de dois litros, aquecido em manta térmica durante 2 horas e 30 minutos a aproximadamente 100°C.

O teor de óleo essencial foi calculado através da relação entre a massa de óleo essencial extraído e a massa da amostra da qual se extraiu o óleo já transformada em massa seca. Para o cálculo da produtividade de óleo essencial foi realizada a multiplicação da produtividade de capítulos florais pelo teor de óleo essencial.

A normalidade dos erros dos dados de produtividade de capítulos florais e do teor e produtividade de óleo essencial foi submetida ao teste de Shapiro Wilk e a homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett, ambos pelo software Action® 2.5. A fim de atender as pressuposições do modelo matemático, foi utilizada a metodologia Box Cox para a transformação adequada dos dados quando necessário. As médias das variáveis transformadas foram apresentadas nos resultados com os valores originais. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo Teste F a 5% de probabilidade com o auxílio do software Sisvar® e apresentando significância, as variáveis qualitativas foram comparadas pelo teste Scott-Knott e quantitativas foram submetidas a análise de regressão.

Os dados de temperaturas máxima e mínima diárias do ar e precipitação pluvial que ocorreram ao longo do experimento foram obtidos pela estação automática pertencente ao Oitavo Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (8°DISME/INMET), localizada no Setor de Agrometeorologia da Universidade Federal de Santa Maria, a 50 m da borda do experimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas médias, máximas e mínimas do ar, o somatório precipitação pluviométrica e a radiação solar incidente na superfície tiveram variação distinta entre as datas de semeadura durante o ciclo da camomila (Tabela 1). Houve ocorrência de geadas no estágio vegetativo das plantas para as semeaduras de abril, junho e julho e no estágio reprodutivo para as semeaduras de março, abril e junho. Observou-se também que a

temperatura máxima do ar atingiu valores superiores a 30°C, em algum momento do ciclo, para todas as datas de semeadura, o que possivelmente tenha exercido um efeito negativo no desenvolvimento da camomila, principalmente quando esta se encontrava em floração. Segundo Ebrahimi et al. (2011), temperaturas médias do ar superiores a 20°C podem causar o fechamento dos estômatos, levando a uma diminuição na absorção de CO₂. Deste modo, as plantas consomem muita energia para absorver água, causando redução na produção fotoassimilados, resultando assim em menor produção de capítulos florais.

Tabela 1 - Temperatura média do ar (T_{méd}, °C), média da temperatura mínima do ar (Med. T_{mín}, °C), temperatura mínima absoluta do ar (T_{mín Abs}, °C), média da temperatura máxima do ar (Med. T_{máx}, °C), temperatura máxima absoluta do ar (T_{máx Abs}, °C), precipitação pluviométrica acumulada (PP, mm) e radiação solar global incidente na superfície acumulada (R_g, MJ m⁻²) durante o subperíodo vegetativo, que compreende desde a emergência das plantas (EM) até o início do florescimento (IF) e reprodutivo da camomila, que compreende o período entre IF até o final da floração (FF) semeada em diferentes datas no ano de 2017, em Santa Maria – RS.

Data de semeadura	Estádio	T _{méd}	Méd. T _{mín}	T _{mín Abs}	Méd. T _{máx}	T _{máx Abs}	PP	R _g
18/03/2017	EM-IF	18,0	14,0	5,4	23,1	30,6	410,4	695,0
	IF-FF	15,5	10,7	-1,7	21,1	28,3	194,8	595,8
28/04/2017	EM-IF	16,0	12,1	0,9	20,6	30,6	463,2	526,0
	IF-FF	16,5	11,4	-1,7	22,6	33,3	368,8	776,0
30/06/2017	EM-IF	16,4	10,9	-1,7	22,8	32,0	301,4	674,6
	IF-FF	19,0	14,8	7,1	24,1	33,3	6,9	768,1
28/07/2017	EM-IF	18,8	14,2	2,3	24,2	33,3	148,8	534,5
	IF-FF	20,0	14,6	7,1	26,0	36,5	330,4	1053,3
31/08/2017	EM-IF	18,7	14,5	7,1	23,8	33,3	320,4	672,7
	IF-FF	20,7	14,3	8,8	27,6	36,5	113,6	778,5

A produtividade de capítulos florais, o teor e a produtividade de óleo essencial da camomila não apresentaram interação significativa entre os fatores data de semeadura e espaçamento entre plantas. No entanto, a produtividade, o teor e produtividade de óleo essencial apresentaram diferença em relação à data de semeadura (Apêndice E). Para o fator espaçamento entre plantas somente a produtividade apresentou diferença.

A máxima produtividade foi alcançada na semeadura realizada em 28 de abril, com 872 kg ha⁻¹ de capítulos florais secos, não diferindo da semeadura realizada em

março com produtividade de 823 kg ha⁻¹ de capítulos florais secos (Tabela 2). Estes são valores de produtividade superiores aos obtidos por Santos et al. (2015) e Roza et al. (2016) com semeadura realizada em maio, ambos em São José dos Pinhais- PR, com produtividade de 451 e 615 kg ha⁻¹ de capítulos florais secos de camomila, respectivamente. São superiores também a produtividade encontrada por Nalepa e Carvalho (2007), com semeadura em março no município de Campo Magro-PR com produtividade de 471,8 kg ha⁻¹. Esses resultados demonstram que a semeadura da camomila em Santa Maria tem potencial de produção comercial e pode resultar em produtividades superiores àquelas encontradas por alguns autores cultivando camomila no Paraná, sendo este estado o de maior área de produção de camomila no Brasil (CORRÊA JÚNIOR; SCHEFFER 2014).

Tabela 2 - Produtividade de capítulos florais secos (kg ha⁻¹), teor de óleo essencial (%) e produtividade de óleo essencial (kg ha⁻¹) de camomila semeada em diferentes datas de semeadura no ano de 2017, em Santa Maria, RS.

Data de Semeadura	Produtividade de capítulos	Teor de óleo essencial	Produtividade de óleo essencial
18 de março	823,51 a*	0,60 a	4,86 a
28 de abril	872,25 a	0,50 b	4,30 a
30 de junho	425,41 b	0,52 b	2,16 b
28 de julho	422,11 b	0,49 b	2,00 b
31 de agosto	100,58 c	0,52 b	0,49 c
Média	518,99	0,53	2,76
CV (%)	27,5	27,2	19,4

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade de erro

Com o retardamento da data de semeadura para os meses de junho e julho houve redução de mais 51% da produtividade de massa seca de capítulos obtida em abril. Já para a semeadura realizada em agosto essa redução da produtividade foi ainda mais expressiva, com 88% a menos em relação a produtividade de abril. A variação na produtividade com as datas de semeadura está atrelada à variação nas condições meteorológicas, principalmente no que se refere a temperatura do ar, em especial a temperatura máxima no período reprodutivo (Tabela 1). Dentre as variáveis meteorológicas avaliadas, a temperatura média do ar (Figura 1a) e a média da temperatura máxima do ar (Figura 1b) mostraram relação linear com a produtividade de capítulos florais secos de camomila,

com tendência de diminuição da produtividade com o aumento da temperatura média e média da temperatura máxima do ar.

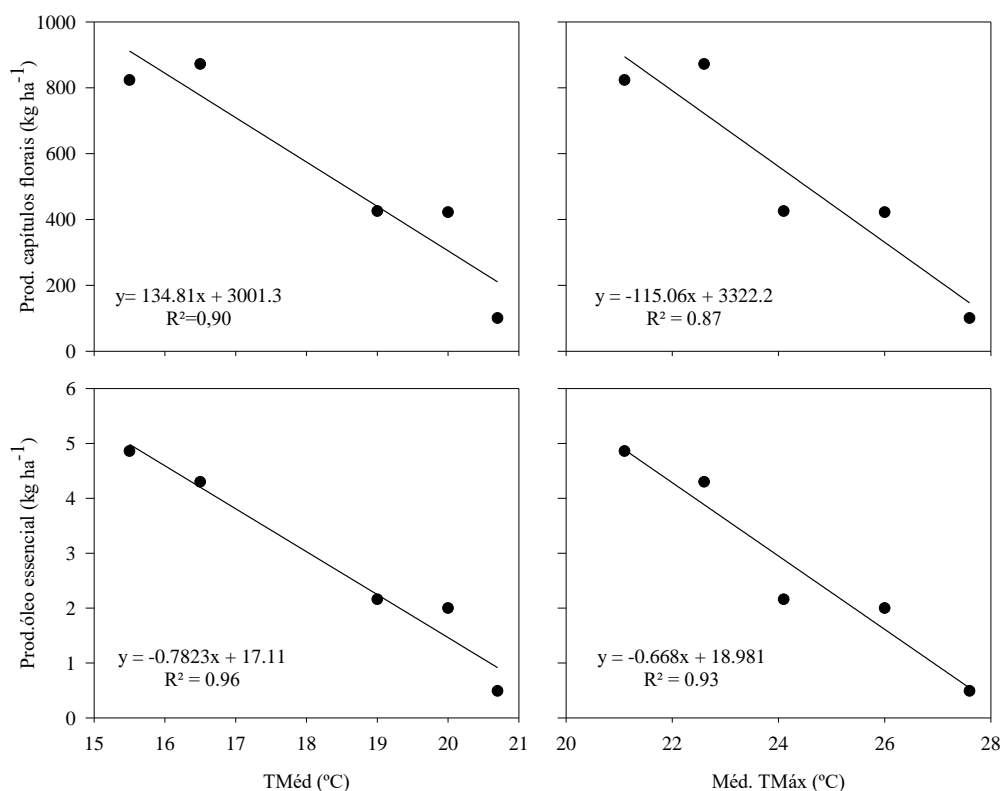


Figura 1 - Produtividade de capítulos florais secos em relação à temperatura média do ar (a) e em relação à média da temperatura máxima do ar (b), e produtividade de óleo essencial em relação à temperatura média do ar (c) e em relação à média da temperatura máxima do ar (d) ocorridas no estágio reprodutivo da camomila no ano de 2017, em Santa Maria-RS.

As maiores produtividades obtidas nas sementeiras realizadas em março e abril podem ser associadas a temperatura do ar mais amena principalmente no fase de floração das plantas, com temperatura média do ar de 15,5 na sementeira em março e de 16,5°C na sementeira de abril, e com a média da temperatura mínima e máxima do ar menores neste subperíodo do que nas demais datas de sementeira. Ao longo do ciclo das plantas sementeiras em março, abril e junho houve a ocorrência de temperaturas baixas a ponto de proporcionar a formação de geadas, mas estas não foram capazes de afetar negativamente a cultura, visto que a sementeira de março obteve a maior produtividade, mesmo havendo ocorrência de geada no estágio vegetativo e reprodutivo da cultura. A sementeira de abril também foi a que apresentou maior precipitação pluviométrica, tanto no estágio

vegetativo, quanto no reprodutivo. A radiação solar incidente na superfície acumulada no ciclo total da cultura variou 1290 a 1587 MJ m⁻², o que garantiu alta disponibilidade de radiação solar para todas as datas de semeadura. Mesmo assim, os resultados apresentados apontam que a produtividade de capítulos e de óleo tende a zero quando a média das temperaturas máximas no ciclo ultrapassa 30°C (Figura 1).

A produtividade mais próxima da potencial pode ser alcançada com a escolha da melhor data de semeadura. Com a semeadura antecipada (18 de março e 28 de abril), devido principalmente a um período de crescimento mais longo com temperaturas do ar mais baixas, o que causou menor estresse térmico, a camomila pode expressar seu máximo potencial produtivo. Esse resultado vai ao encontro dos verificados por Johri et al. (1992) e Hadi et al. (2004), que observaram uma tendência de diminuição na produtividade de capítulos florais com o atraso na semeadura, coincidindo com temperaturas do ar mais altas no período reprodutivo da cultura. Segundo Sváb et al. (1967) com o aumento da temperatura do ar, o peso das flores de camomila diminui, mas não havendo efeito sobre a composição do óleo essencial.

Em relação aos sete espaçamentos entre plantas estudados, a produtividade máxima dos capítulos florais secos foi encontrada no espaçamento de 10 cm entre plantas, porém com tendência de redução linear com o aumento do espaçamento entre plantas na fileira (Figura 2). Em um estudo realizado por Jamshidi (2000), a máxima produtividade de capítulos florais secos de camomila também foi encontrada em um espaçamento de 30 cm entre fileiras de plantas e de 10 cm entre plantas. Situação semelhante foi obtida por Ramos et al. (2004) que ao estudarem o efeito do espaçamento entre plantas na produtividade de camomila obtiveram decréscimo linear com o aumento de espaçamento entre plantas, porém o resultado foi bem mais contrastante, com produtividade de 1150 kg ha⁻¹ para 550 kg ha⁻¹ de massa seca de capítulos florais do espaçamento de 0,11 para 0,29 m entre plantas e 0,27m entre fileiras. O fato da produtividade máxima ser alcançada com o menor espaçamento entre plantas indica que não houve competição intraespecífica suficiente para causar redução da produtividade de capítulos florais nas plantas mais adensadas. Além de alcançar a máxima produtividade em espaçamentos menores o maior adensamento de plantas resultou em maior cobertura de solo, o que pode ser vantajoso para o dossel de plantas de camomila ser mais competitivo perante as plantas daninhas.

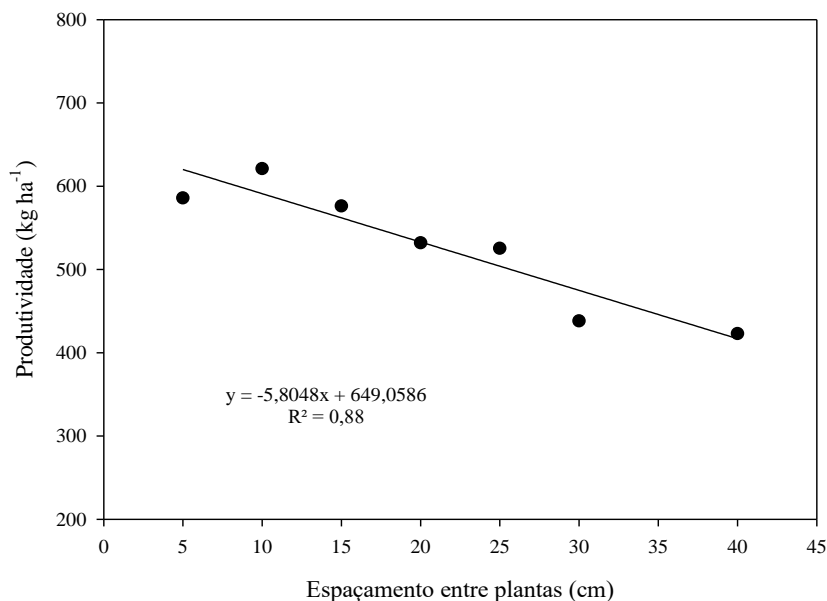


Figura 2 - Produtividade de capítulos florais secos de camomila (kg ha⁻¹) em sete diferentes espaçamentos entre plantas nas fileiras no ano de 2017, em Santa Maria-RS.

O teor de óleo essencial foi maior (0,6%) na primeira data de semeadura (28 de março) em relação as demais, que não diferiram entre si, porém em todas as datas estudadas foram encontrados valores 22 a 50% superiores ao valor mínimo requerido pela farmacopeia brasileira, de 0,4% (CORRÊA JÚNIOR, 1994) e, portanto, em termos de teor de óleo apresentaram qualidade comercial. Tal resultado pode ser associado a menor temperatura do ar durante o seu período reprodutivo com pico de temperatura máxima menor do que 30°C e a menor precipitação pluvial também no estágio reprodutivo, fazendo com que as coletas dos capítulos florais ocorressem no momento mais adequado, pois de acordo com Amaral et al. (2014), as idades de colheita dos capítulos da camomila cv. Mandirituba afetam a produtividade do óleo essencial. Para a cv. Mandirituba o teor de óleo essencial pode variar de 0,3 a 1,5% e as principais fontes de variação são técnicas de manejo e as características edafoclimáticas do local de cultivo (RAMOS et al., 2004). Hadi et al. (2004) encontraram tendências decrescentes em concentrações de óleo por atraso na semeadura da camomila, devido principalmente ao menor período de crescimento de flores causado pelas altas temperaturas do ar.

O teor de óleo essencial não demonstrou variação com os espaçamentos entre plantas utilizados e foi, em média, de 0,53%. Esse resultado está de acordo ao encontrado por Ramos et al. (2004), estudando o efeito do espaçamento entre plantas e da incorporação de cama de aviário ao solo, em que o teor de óleo essencial dos capítulos

florais não variou entre tratamentos e foi, em média, de 0,5%. Tal resultado também é corroborado aos de Mapeli et al. (2005), que encontraram igual teor de óleo essencial e este não variou com as doses de nitrogênio e fosforo testados. Para Nalepa e Carvalho (2007), os teores de óleo essencial dos capítulos florais da camomila também não foram influenciados pela adubação com cama-de-aviário, mas foram menores, em média de 0,275%, ressaltando que há outros fatores endógenos e exógenos que influenciam a síntese e concentração de óleos essenciais. Hadi et al. (2004) também não encontraram variação no teor de óleo essencial de camomila submetida à diferentes espaçamentos entre plantas, mas encontraram variação com a mudança na data de semeadura. Portanto, pode-se inferir que as técnicas de cultivo, como a adubação do solo, densidade populacional e espaçamento entre plantas não tem ou tem pouco efeito sobre o teor de óleo essencial da camomila. Assim, as condições meteorológicas, em especial a temperatura, ao longo do ciclo de cultivo da planta, principalmente no período da floração, são o fator de maior alteração no teor de óleo essencial.

A produtividade de óleo essencial é resultante da relação entre a produtividade e o teor de óleo essencial, e este sofreu forte influência do ambiente. As maiores produtividades de óleo essencial foram alcançadas nas semeaduras realizadas em março e abril, devido à alta produtividade obtida na semeadura realizada em março e abril e o maior teor de óleo dos capítulos da semeadura de março. A menor produtividade de óleo foi alcançada na semeadura realizada em agosto, principalmente devido a menor produtividade de capítulos. Tais resultados podem ser associados principalmente com a temperatura média do ar (Figura 1c) e a média da temperatura máxima do ar (Figura 1d) durante o estágio reprodutivo da camomila, que mostraram forte relação linear com a produtividade de óleo essencial, com tendência de diminuição com o aumento da temperatura média e média da temperatura máxima do ar. Deste modo, se o interesse do produtor for a extração de óleo, na região central do Rio Grande do Sul, a semeadura em março, apesar de não demonstrar a máxima produtividade, resulta em maior teor de óleo essencial, o que resulta em maior produtividade.

Semeaduras em março e abril resultam em maior produtividade de capítulos florais secos e óleo essencial, enquanto que o teor de óleo foi maior na semeadura realizada em março. Já os piores resultados foram obtidos na semeadura realizada em agosto, com produtividade de capítulos florais e de óleo essencial muito baixo das demais datas. Tal comportamento está relacionado principalmente ao encurtamento do ciclo da cultura quando o ciclo coincide com temperatura do ar muito alta, principalmente no

subperíodo da floração (Figura 1a, 1b, 1c e 1d), que pode comprometer a translocação de fotoassimilados para os capítulos florais.

A partir destes resultados infere-se que a camomila pode ser cultivada com sucesso e grande potencial comercial em Santa Maria, na região central do estado do Rio Grande do Sul, desde que seja semeada preferencialmente de 18 de março a 28 de abril. Para essas condições a cultura apresenta rendimento bruto que permite boa sustentabilidade, considerando uma média de R\$ 12,00 reais pagos ao produtor por quilograma de capítulos florais secos. Se for extraído o óleo em sistema cooperativo dos produtores haveria renda bruta ainda maior, visto que ao preço atual do mercado brasileiro, na comercialização de óleo essencial seriam auferidos aproximadamente de R\$ 4.600,00 reais por quilograma do óleo essencial pago ao produtor rural (MATSUSHITA et al. 2017).

CONCLUSÃO

As datas de semeadura afetam a produtividade de capítulos florais secos, o teor e a produtividade de óleo essencial da camomila, cv. Mandirituba, sendo que para as semeaduras realizadas em 18 de março e 28 de abril em Santa Maria-RS ocorrem os maiores valores para essas variáveis.

A produtividade de óleo diminui com o aumento da temperatura do ar no subperíodo da floração em função da data de semeadura.

Os capítulos florais de camomila produzidos na região central do Rio Grande do Sul apresentam teor de óleo acima do valor mínimo exigido para a comercialização, mesmo que a data de semeadura se atrase até agosto.

Há tendência linear de redução na produtividade de capítulos florais secos de camomila com o aumento do espaçamento entre plantas na fileira de 10 para 40 cm em fileiras espaçadas em 30 cm entre si.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, W.; DESCHAMPS, C.; MACHADO, M.P.; KOELER, H.S.; SCHEER, A.P.; CÔCCO, L.C. Desenvolvimento da camomila, rendimento e qualidade do óleo essencial em diferentes idades de colheita. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 2, p. 237-242, 2014.

BORSATO, A.V.; DONI-FILHO L.; CÔCCO L.C.; PAGLIA E.C. Rendimento e composição química do óleo essencial da camomila [*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert]

extraído por arraste de vapor d'água, em escala comercial. **Ciências Agrárias**, v. 29, n. 1, p. 129-136, 2008.

CORRÊA JÚNIOR, C. **Influência das adubações orgânica e química na produção de camomila [*Chamomila recutita* (L.)Rauschert] e do seu óleo essencial**. 1994. 95 f. Dissertação de mestrado – Faculdade de Ciências Veterinárias – UNESP, Botucatu, 1994.

CORRÊA JÚNIOR, C.; SCHEFFER, M.C. As plantas medicinais, aromáticas e condimentares são um alimento familiar. **Horticultura Brasileira**, v.32, n.3, p.376, 2014.

CQFS – Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Porto Alegre: Comissão de Química e Fertilidade do Solo-RS/SC, 10.ed., 2004. 400p.

EBRAHIMI, A; MOAVENI, P.; DASHTBOZORG, A.T.; FARAHANI, H.A. Effects of temperature and varieties on essential oil content and quantity features of chamomile. **Journal of Agricultural Extension and Rural Development**, v.3, n.2, p.19–22, 2011.

HADI, M.H.S., NOORMOHAMMADI, G., SINAKI, J.M., KHODABANDEH, N., YASA, N. & DARZI, M.T. Effects of planting time and plant density on flower yield and active substance of Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). **Proceedings of the 4th International Crop Science Congress Brisbane**, Australia, 2004.

HELDWEIN, A.B.; BURIOL, G.A.; STRECK, N.A. O clima de Santa Maria. **Ciência & Ambiente**, v.38, p.43-58, 2009.

JAMSHIDI, K. Effects of row spacing and plant density on quantitative aspects of chamomile flower. **Iranian Journal of Agriculture Science**, v.31, n.1, p. 203-2, 2000.

JOHRI, A.K.; SRIVASTAVA, L.J.; SINGH, J.M.; RANA, R.C. Effect of time of planting and level of nitrogen on flower and oil yields of German chamomile (*Matricaria-recutita*). **Indian Journal Agronomi**, v.37, p. 302-304, 1992.

MAPELI, N.C. et al. Produção de biomassa e de óleo essencial dos capítulos florais da camomila em função de nitrogênio e fósforo. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 32-37, 2005.

MARTINS, E.R.; CASTRO, D.M.; CASTELLANI, D.C.; DIAS, J.E. **Plantas medicinais**. Viçosa: UFV- Imprensa Universitária, 1998. 220 p

MATSUSHITA, M.S. DESCHAMPS, C.; CORRÊA JÚNIOR, C. Análise socioeconômica da produção de capítulos florais e óleo essencial de cultivares de camomila. **IGepec**, v. 21, n.2, p. 122-130, 2017.

MELO, J. G. **Controle de qualidade e prioridades de conservação de plantas medicinais comercializadas no Brasil**. 2007. 96 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007.

MOHAMMAD, R.; HAMID, S.; UM, A.; NORBERT, D.K.; PATRICK, V.D. Effects of planting date and seedling age on agro-morphological characteristics, essential oil content and composition of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) grown in Belgium. **Industrial Crops and Products**, v. 31, p. 145–152, 2010.

NALEPA, T.; CARVALHO, R.I.N. Produção de biomassa e rendimento de óleo essencial em camomila cultivada com diferentes doses de cama-de-aviário. **Scientia Agraria**, v.8, n.2, p.161-167, 2007.

RAMOS, M.B.M.; VIEIRA, M.C.; ZÁRATE, N.A.H.; SIQUEIRA, J.M.; ZIMINIANI, M.G. Produção de capítulos florais da camomila em função de populações de plantas e da incorporação ao solo de cama-de-aviário. **Horticultura Brasileira**, v. 22, p. 566-572, 2004.

ROZA, L.A.; PAULETTI, V.; DESCHAMPS, C.; SANTOS, B.B.; SASS, A.L Adubação nitrogenada no rendimento da camomila [*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert]. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.18, n.4, p.773-778, 2016.

SVÁB, J.; EL-DIN-AWAAD, T.; FAHMY, T. The influence of highly different ecological effects on the volatile oil content and composition in the chamomile. **Herba Hungárica**, v. 6, p.177-188, 1967.

SALAMON, I. Effect of the internal and external factors on yield and qualitative–quantitative characteristics of chamomile essential oil. **Acta Horticulturae**, v. 749, p. 45-64, 2007.

SANTOS, B.B.; PAULETTI, V.; ROZA, L.A.; SILVA, R.W. Aplicação de potássio na produção de camomila (*Chamomilla recutita*). **Scientia Agraria**, v.16, n. 3, p. 22-32, 2015.

SHARAFZADEH, S.; ALIZADEH, O. German and Roman Chamomile. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, v. 1, n. 10; p. 1-5, 2011

SINGH O.; KHANAM, Z.; MISRA, N.; SRIVASTAVA, M.K. Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.): An overview. **Pharmacognosy Reviews**, v. 5, n. 9, p. 82–95, 2011.

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.;NASCIMENTO, P.C.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul**. - 2 ed.- Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 222 p, 2008.

7. DISCUSSÃO

A presente Dissertação de Mestrado contempla duas das principais técnicas de manejo que influenciam o crescimento, desenvolvimento e a produtividade de capítulos florais e de óleo essencial da camomila: a data de sementeira, ligada às condições meteorológicas que ocorrem ao longo do seu ciclo de desenvolvimento, e a escolha do espaçamento entre plantas semeadas em linhas para facilitar a capina.

A escolha adequada da data de sementeira é uma prática de manejo eficaz para a maximização do potencial produtivo das culturas, sem que haja um aumento nos custos de produção. Evitar ou minimizar os riscos de que estresses térmicos e hídricos possam vir a causar danos às plantas ou coincidam com os subperíodos mais críticos do ciclo da cultura, através da sementeira em datas mais adequadas, pode representar um fator determinante para que se tenha sucesso na produção. As cinco datas de sementeira estudadas expuseram a camomila a diferentes condições ambientais, principalmente, no que se refere à temperatura do ar, radiação solar incidente e precipitação pluvial, que são os fatores meteorológicos mais limitantes para a expressão da produção vegetal. Essas condições distintas auxiliaram no melhor entendimento da resposta da camomila às condições meteorológicas, sendo que as datas de sementeira estudadas abrangeram as épocas mais utilizadas para sementeira da camomila no estado do Paraná (DALLA COSTA, 2001), maior produtor brasileiro de camomila (CORRÊA JÚNIOR; SCHEFFER, 2014).

Tendo em vista que a cultura da camomila tem seus tratamentos culturais realizados, em sua maioria manualmente, o espaçamento entre plantas pode ser um fator a facilitar o manejo das áreas cultivadas. Com a adequação do espaçamento entre plantas na fileira e população de plantas, aumenta-se a capacidade competitiva da cultura por propiciar maior e mais rápido crescimento de plantas, com fechamento da entrelinha, sombreando o solo e evitando a germinação de sementes de plantas indesejáveis que necessitem luz para iniciar o processo germinativo. Esse espaçamento ideal entre plantas deve ser identificado e recomendado, de modo que se as plantas interceptem a máxima radiação solar, reduzindo a entrada de luz no dossel, porém, sem intensificar a competição intraespecífica. Deste modo, a escolha do melhor espaçamento entre plantas é essencial para o sucesso da produção, bem como, age em conjunto com diversas outras práticas, como, por exemplo, a colheita mais concentrada devido a floração mais uniforme. Com os diferentes espaçamentos entre plantas aqui estudados buscou-se abranger os

espaçamentos entre plantas na linha mais utilizados pelos produtores de camomila (RAMOS et al., 2004).

O primeiro artigo apresenta a área foliar específica (AFE) e a determinação da área foliar (AF) da camomila através da massa seca das folhas. A AFE não diferiu para os fatores testados, sendo a média de $133 \text{ cm}^2\text{g}^{-1}$. Tal resultado era esperado pois segundo Pereira e Machado (1987) a AFE permanece constante ou possui pouca variação ao longo do ciclo de crescimento das culturas e geralmente tem-se maior diferença na AFE de culturas quando estas são submetidas às condições abióticas muito estressantes (GALMES et al., 2005; DWYER; HOBBS; MAYFIELD, 2014). Como não ocorreu diferença da AFE da camomila, obteve-se um modelo único de estimativa de área foliar considerando apenas a massa seca das folhas como variável de entrada e fácil determinação.

A geração de um modelo para a estimativa da AF da camomila surge da escassez de trabalhos que avaliam o crescimento da camomila, visto que a área foliar é uma das principais variáveis para se quantificar o crescimento das plantas. Tal carência de informação deve-se principalmente a onerosa e trabalhosa determinação da AF, devido principalmente as numerosas folhas de pequeno tamanho. Com a premissa que a separação das folhas da planta é uma atividade menos trabalhosa do que a medida ou estimativa direta da AF, o objetivo desse trabalho foi a obtenção de um modelo em que a variável de entrada fosse a massa seca das folhas. O modelo gerado com a AF medida pelo integrador eletrônico de AF teve ótimo desempenho no seu teste e assim poderá ser utilizado para a determinação da área foliar da camomila em função da sua massa seca de folhas. A utilização do modelo permitirá reduzir o tempo e o trabalho para a determinação da área foliar sem que haja significativa diminuição na qualidade dos dados de área foliar obtidos. Com a informação da área foliar da camomila foi possível a avaliação do índice de área foliar realizada no artigo 2.

No geral, as sementeiras realizadas em março e abril resultaram em maior crescimento das plantas de camomila (artigo 2), obtendo-se também a maior produtividade de capítulos florais secos e óleo essencial (artigo 4). Deste modo, tem-se que, sementeiras de camomila mais cedo resultam em maior crescimento das plantas, e esse maior crescimento resulta em maior produtividade. Para essas datas de sementeira as plantas encontraram o melhor ambiente, principalmente no que se refere a condição térmica durante o estágio reprodutivo. Com o atraso da data de sementeira houve um aumento da temperatura do ar, observando-se a tendência de decréscimo do crescimento e produtividade com o aumento da temperatura média e média da temperatura máxima

do ar. Segundo Mohammad et al. (2010), a data de semeadura influencia fortemente o crescimento e a produtividade das plantas de camomila e a antecipação da semeadura, para que o ciclo da planta coincida com temperaturas mais baixas, resultam em um melhor crescimento e produtividade da camomila. Tal resposta deve-se principalmente à tendência de prolongamento do período de crescimento vegetativo da cultura em ambientes com temperatura do ar baixa. Este resultado é confirmado com o artigo 3, em que as maiores durações do ciclo da camomila, em número de dias, foram encontrados nas semeaduras de março e abril, com o maior prolongamento do estágio vegetativo. Segundo Streck et al. (2006), uma fase vegetativa longa permite à planta produzir uma área foliar maior durante um período mais longo, o que contribui para aumentar as reservas de fotoassimilados, podendo resultar em aumento de produtividade.

Em relação ao artigo 3, a fenologia da cultura da camomila não foi influenciada pelos diferentes espaçamentos entre plantas, uma vez que a floração das primeiras inflorescências, que se formam na haste principal, se mostrou independente do número de ramificações laterais em crescimento. Porém, a data de semeadura foi um fator de interferência no ciclo das plantas, plastocrono e número final de nós. As semeaduras realizadas em março e abril resultaram em maior ciclo total das plantas quando a contabilização foi realizada em dias, e com menor na semeadura de agosto. Já em soma térmica pode-se notar a formação de um grupo homogêneo em relação ao ciclo da planta, sendo que nas quatro primeiras datas de semeadura a duração total do ciclo em soma térmica teve pouca variação, diferindo somente da semeadura de agosto com menor ciclo, tanto quando a contabilização foi realizada em dias, quanto em soma térmica. Assim como ocorreu menor crescimento e produtividade da camomila na semeadura em agosto, pode-se inferir que as altas temperaturas que ocorreram ao longo do ciclo das plantas, causaram um estresse térmico e a aceleração no ciclo, pois segundo Galambosi (1992) em altas temperaturas, de 28 a 32° C, ocorre um encurtamento do período de florescimento.

Em relação aos diferentes espaçamentos entre plantas estudados, estes não demonstraram interação com as diferentes datas de semeadura para nenhuma das variáveis analisadas dos artigos 1, 2, 3 e 4. Em relação ao crescimento das plantas de camomila o efeito desse fator foi observado principalmente no estágio de plena e final da floração, sendo o espaçamento de 25 cm entre plantas na fileira o que resultou em maior crescimento por planta. Já o IAF, que leva em consideração a área foliar por área de solo ocupada pela planta, apresentou tendência de decréscimo com o aumento do espaçamento

entre plantas de 5 para 40 cm, denotando que a planta de camomila tem baixa capacidade plástica. A produtividade de capítulos florais apresentou a mesma tendência do IAF. O fato do IAF e da produtividade máxima ter sido alcançada com o menor espaçamento entre plantas indica que não houve competição intraespecífica suficiente para causar redução dessas variáveis nas plantas mais adensadas e também permite inferir a baixa plasticidade dessa planta.

Conforme foi verificado nos artigos 1, 2, 3 e 4, o espaçamento entre plantas causa menor ou nenhuma variação sobre as variáveis analisadas do que o fator data de semeadura. A data de semeadura, através da mudança das condições hídricas, térmicas e da quantidade de radiação solar incidente, é a maior fonte de variação das respostas de crescimento, fenologia e produtividade de capítulos florais e de óleo essencial de camomila.

Este estudo traz uma contribuição significativa para compreender melhor como ocorrem as respostas das plantas de camomila em relação aos espaçamentos entre plantas e as datas de semeadura em Santa Maria- RS. O modelo de área foliar gerado através da massa seca das folhas é inovador e propiciará maiores estudos das respostas de área foliar e índice de área foliar da camomila à diferentes tratamentos, visto que trabalhos que avaliam essas variáveis são praticamente inexistentes. A avaliação do crescimento e do desenvolvimento da camomila e suas diferenças entre datas de semeadura são informações importantes para a tomada de decisão no manejo da camomila, sendo as técnicas de manejo recomendadas e realizadas em seu tempo apropriado. Portanto, as informações geradas poderão ser utilizadas por outros pesquisadores para compreender as respostas de crescimento, de desenvolvimento e da produtividade de capítulos florais secos, teor e produtividade de óleo essencial.

Ainda há diversos aspectos a serem considerados e estudados na cultura da camomila, como por exemplo, a resposta das plantas de camomila frente a diferentes condições hídricas. A condução de mais experimentos avaliando o crescimento, desenvolvimento e produtividade de camomila em mais datas de semeadura em Santa Maria e também em outros municípios do estado do Rio Grande do Sul também se faz necessária para expor a camomila a diferentes condições edafoclimáticas.

8. CONCLUSÕES

A área foliar específica da camomila não diferiu entre as datas de semeadura, densidade de plantas e fase fenológica de coleta de plantas, sendo seu valor médio de 133 cm²g⁻¹. A alta correlação entre a área foliar medida com o integrador eletrônico com a massa seca foliar da camomila possibilitou o desenvolvimento do modelo de área foliar, o qual apresentou desempenho ótimo quando testado com um banco de dados independentes, sendo este indicado para a determinação da área foliar da camomila quando dispõe de dados de massa seca das folhas.

As datas de semeadura afetaram o crescimento e a produtividade de capítulos florais secos, o teor e a produtividade de óleo essencial da camomila, cv. Mandirituba, sendo que para as semeaduras realizadas em 18 de março e 28 de abril ocorrem os maiores valores para essas variáveis. Já os menores valores foram encontrados na semeadura muito tardia de agosto, que resultou em menor crescimento, produtividade dos capítulos florais secos e de óleo essencial.

Temperaturas muito elevadas no ciclo, acima de 30 °C, reduzem drasticamente a produtividade de capítulos florais e de óleo essencial de camomila.

Atrasos na semeadura da camomila, coincidindo o ciclo da cultura com temperaturas do ar mais altas, em especial na fase reprodutiva, são prejudiciais ao crescimento e produtividade da camomila, sendo a data de semeadura correta crucial para que a planta tenha um ótimo crescimento e reflita esse crescimento em maior produtividade de capítulos e óleo essencial.

O espaçamento de 25 cm entre plantas na fileira resulta em maior produção de massa seca de folhas, caules, estruturas reprodutivas e da parte área por planta de camomila, e maiores espaçamentos não resultaram em maior crescimento individual de plantas. O IAF e a produtividade de capítulos florais apresentam tendência de redução com o aumento do espaçamento entre plantas na fileira de 10 para 40 cm em fileiras espaçadas em 30 cm.

Os espaçamentos entre plantas não influenciaram o desenvolvimento da camomila, mas as datas de semeadura sim. A duração do ciclo total da camomila foi melhor descrita quando relacionada a soma térmica do que em dias do calendário civil, sendo as plantas influenciadas pela condição térmica. O plastocrono é maior e número final de nós na haste principal da camomila é menor nas datas de semeadura mais tardias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTS, W.G. **German Chamomile Production**. Directorate Agricultural Information Services. Department of Agriculture. South Africa, 2009, 19p.

AMARAL, W. **Desenvolvimento de Camomila e Produção de Óleo Essencial Sob Diferentes Condições de Manejo**. Curitiba, 2005, 96f. Tese (Pós-Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, 2005.

ANDRZEJEWSKA, J.; WOROPAJ-JANCZAK, M. German chamomile performance after stubble catch crops and response to nitrogen fertilization. **Industrial Crops and Products**, v. 62, p. 350–358, 2014.

BADKE, M.R. et al. Plantas medicinais: o saber sustentado na prática do cotidiano popular. **Escola Anna Nery**, v. 15, n. 1, p. 132-139, 2011.

BORSATO, A.V. et al. Rendimento e composição química do óleo essencial da camomila [*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert] extraído por arraste de vapor d'água, em escala comercial, **Ciências Agrárias**, v. 29, n. 1, p. 129-136, 2008.

BRABANDT, H.; EHLERT, D. Chamomile harvesters: A review. **Industrial Crops and Products**, v. 34, n. 1, p. 818-824, 2011.

CIRILO, A. G; ANDRADE F. H. Sowing date and kernel weight in maize. **Crop Science**, v. 36, n. 2, p. 325–331, 1996.

CORRÊA JÚNIOR, C. **Influência das adubações orgânica e química na produção de camomila [*Chamomila recutita* (L.) Rauschert] e do seu óleo essencial**. 1994. 95 f. Dissertação de mestrado – Faculdade de Ciências Veterinárias – UNESP, Botucatu, 1994.

CORRÊA JÚNIOR, C. "Mandirituba": nova cultivar brasileira de camomila. **Horticultura Brasileira**, v. 13, n. 1, p. 61, 1995.

CORRÊA JÚNIOR, C; SCHEFFER, M.C. As plantas medicinais, aromáticas e condimentares e a agricultura familiar. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 3, p. 376, 2014.

CORRÊA JÚNIOR, C; SCHEFFER, M.C. Boas Práticas Agrícolas (BPAs) - **Plantas Mediciniais, Aromáticas e Condimentares**. Curitiba: Instituto Emater, 2013, 52 p.

CORRÊA JÚNIOR, C.; TANIGUCHI, C. Aspectos da cultura de camomila no Estado do Paraná. **Horticultura Brasileira**, Aracaju, v.10, n.1, p.52, 1992.

DALLA COSTA, M.A. **Processo de produção agrícola da cultura da camomila no município de Mandirituba - PR**. 2001. 69 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Paraná, Curitiba, 2001.

DI STASI, L.C. **Plantas medicinais: arte e ciência**. Um guia de estudo interdisciplinar. UNESP, p.9-14, 1996.

DWYER, J.M.; HOBBS, R.J. MAYFIELD, M.M. Specific leaf area responses to environmental gradients through space and time. **Ecology**, v. 95, n. 2, 2014, p. 399–410, 2014. <https://doi.org/10.1890/13-0412.1>

FERNANDES, M.F.; BARRETO, A. C.; EMIDIO FILHO, J. Fitomassa de adubos verdes e controle de plantas daninhas em diferentes densidades populacionais de leguminosas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 9, p. 1593-1600, 1999.

FORMISANO, C. et al. Correlation among environmental factors, chemical composition and antioxidative properties of essential oil and extracts of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) collected in Molise (South-central Italy). **Industrial Crops and Products**, v. 63, p. 256–263, 2015.

GALAMBOSI, B.; SZEBENI, Z. Experiments on elaborating growing technics for chamomile in Finland. **Acta Horticulturae**. v. 306, p. 408-420, 1992.

GALMES, J.; CIFRE, J.; MEDRANO, H.; FLEXAS, J. Modulation of relative growth rate and its components by water stress in Mediterranean species with different growth forms. **Oecologia**, v. 145, p. 21–31, 2005. <https://doi.org/10.1007/s00442-005-0106-4>

HADI, M.R.H.S. et al. Influence of Nitrogen Fertilizer and Vermicompost Application on Flower Yield and Essential Oil of Chamomile (*Matricaria Chamomile* L.). **Journal of Chemical Health Risks**, v. 5, n. 3, p. 235-244, 2015.

HARBORNE J.B. The comparative biochemistry of phytoalexin induction in plants. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 27, n. 4, p. 335-367, 1999.

HODGES, T.F. **Predict crop phenology**. Boca Raton: CRC, 1991. 233p.

JOHRI, A.K. et al. Effect of row spacing and nitrogen levels on flowers and essential oil yield in German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) **Indian Perfumer**, v. 35, n. 2, p. 93-96, 1991.

LETCHAMO, W. Developmental and Seasonal Variations in Flavonoids of Diploid and Tetraploid Chamomile Ligulate Florets. **Journal of Plant Physiology**, v. 148. p. 645-651, 1996.

MARTINS, E.R. et al. **Plantas medicinais**. Viçosa: UFV- Imprensa Universitária, 1998, p. 220.

MELO, J.G. **Controle de qualidade e prioridades de conservação de plantas medicinais comercializadas no Brasil**. 2007. 96 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007.

MOHAMMAD, S. M. Study on Cammomile (*Matricaria chamomilla* L.) Usage and Farming. **Advances in Environmental Biology**, v. 5, n. 7, p. 1446-1453, 2011.

MOHAMMAD, K.; PAZOKI, A. Effect of Biological and Chemical Nitrogen Fertilizers on Yield, Yield Components and essential oil content of German Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) in Shahr-e-Ray Region. **Biological Forum – An International Journal**, v. 7, n. 1, p. 1698-1703, 2015.

MOHAMMAD, R. et al. Effects of planting date and seedling age on agro-morphological characteristics, essential oil content and composition of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) grown in Belgium. **Industrial Crops and Products**, v. 31, p. 145–152, 2010.

- MOTZO, R.; GIUNTA, F.; DEIDDA, M. Expression of a tiller inhibitor gene in the progenies of interspecific crosses *Triticum aestivum* L. x *T. turgidum* subsp. durum. **Field Crops Research**, v.85, p.15-20, 2004.
- MORAIS, L.A.S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**, v.27, Ed. esp., p.4050-4063, 2009.
- PEIXOTO, C.P. et al. Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componentes da produção e rendimento de grãos. **Scientia agrícola**, v. 57, n. 1, p. 89-96, 2000.
- PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais. **Boletim Técnico do Instituto Agrônômico. Campinas**, n. 114, p. 1-33, 1987.
- PINTO, E.P.P.; AMOROZO, M.C.M.; FURLAN, A. Conhecimento popular sobre plantas medicinais em comunidades rurais de mata atlântica - Itacaré, BA, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 20, n. 4, p. 751-762, 2006.
- PIRZAD, A. et al. Phenology of German chamomile and its changes under different irrigation regimes and plant densities. **Notulae Scientia Biologicae**, v. 2, p. 43-48, 2010.
- PITELLI, R.A. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. **Série Técnica IPEF**, v.4, p.1-24, 1987.
- RAMOS, M.B.M. et al. Produção de capítulos florais da camomila em função de populações de plantas e da incorporação ao solo de cama-de-aviário. **Horticultura Brasileira**, v. 22, p. 566-572, 2004.
- RAZMJOO, K. et al. Effect of Salinity and Drought Stresses on Growth Parameters and Essential Oil Content of *Matricaria chamomila*. **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 10, n. 4, 2008.
- ROSSATO, A.E. et al. *Chamomilla recutita* (L.) Rauschert. In: _____. **Fitoterapia racional: aspectos taxonômicos, agroecológicos, etnobotânicos e terapêuticos**. Florianópolis: DIOESC, 2012. v. 1. p. 74-93.
- RODRÍGUEZ, F.M. et al. Actividad espasmolítica del extrato fluido de *Matricaria* (Manzanilla) en órganos aislados. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v.1, n.1, p.19-24, 1996.
- SALAMON, I. Effect of the internal and external factors on yield and qualitative-quantitative characteristics of chamomile essential oil. **Acta Horticulturae**, v. 749, p. 45-64, 2007.
- SALAMON, I. Growing Conditions and the Essential Oil of Chamomile, *Chamomilla recutita* (L.) Rauschert. **Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants**, v. 2, n. 2, 1994.
- SALIMI, F.; SHEKARI, F.; HAMZEI, J. Methyl jasmonate improves salinity resistance in German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) by increasing activity of antioxidant enzymes. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 38, n. 1, p. 1-14, 2016.

SEIDLER-LOZYKOWSKA, K. Effect of the selected weather conditions on essential oil α -bisabolol and chamazulene content in flower heads of chamomile [*Chamomilla recutita* (L.) Rausch]. **Journal Of Essential Oil Research**, v. 22, n. 1, p. 45–48, 2010.

SHARAFZADEH, S.; ALIZADEH, O. German and Roman Chamomile. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, v. 1, n. 10; p. 1-5, 2011.

SCHEEREN, P. L.; CARVALHO, F.I.F.; FEDERIZZI, L.C. Resposta do trigo aos estresses causados por baixa luminosidade e excesso de água no solo. Parte II: Teste no campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, p.605-619, 1995.

SILVA JR, A. A. **Essentia herba-plantas bioativas**. Florianópolis: Epagri, 2006. 663p.

SILVA JR, A.A. **Plantas Medicinais**. Itajaí: EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de SC), 1997.

SINGH O. et al. Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.): An overview. **Pharmacognosy Reviews**, v. 5, n. 9, p. 82–95, 2011.

STRECK, N. A. et al. Duração do ciclo de desenvolvimento de cultivares de arroz em função da emissão de folhas no colmo principal. **Ciência Rural**, v. 36, n.4, p. 1086-1093, 2006.

VANSTRAELEN, M.; BENKOVA, E. Hormonal interactions in the regulation of plant development. **Annual Review of Cell and Developmental Biology**, v.28, p. 463–487, 2012.

APÊNDICES

APÊNDICE A - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A VARIÁVEL ÁREA FOLIAR ESPECÍFICA (AFE, cm^2g^{-1}), EM FUNÇÃO DA DATA DE SEMEADURA (A), ESPAÇAMENTOS ENTRE PLANTAS (B), E ESTÁDIO FENOLÓGICA (C) NO ANO DE 2017. SANTA MARIA, RS, 2018.

FV	QM	
	GL	AFE
Data de semeadura (A)	1	48,17 ^{ns}
Espaçamento entre plantas (B)	6	2,3 ^{ns}
Estádio fenológico (C)	1	11,77 ^{ns}
Data x Espaçamento	6	3,10 ^{ns}
Data x Estádio	1	1066,63 ^{ns}
Espaçamento x Estádio	6	6,15 ^{ns}
Data x Espaçamento x Estádio	6	4,48 ^{ns}
Erro	140	6,60
Total	167	-
CV (%)	-	11,12

ns, não significativo a 5%, respectivamente, pelo teste F. QM = quadrado médio do erro; CV = coeficiente de variação

APÊNDICE B - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA AS VARIÁVEIS, MASSA SECA DE CAULE (MS Caule, g planta⁻¹), MASSA SECA DE FOLHAS (MS Folhas, g planta⁻¹), MASSA SECA DAS ESTRUTURAS REPRODUTIVAS (MS ER, g planta⁻¹), MASSA SECA DA PARTE AÉREA (MSPA, g planta⁻¹), ALTURA DE PLANTA (H, cm²), ÍNDICE ÁREA FOLIAR (IAF, m² m⁻²) E ÍNDICE DE COLHEITA (IC, %), DURANTE O EM FUNÇÃO DA DATA DE SEMEADURA (A) E ESPAÇAMENTOS ENTRE PLANTAS (B) DE PLANTAS DE CAMOMILA SUBMETIDAS A DIFERENTES DATAS DE SEMEADURA COLETADAS NO ESTÁDIO VEGETATIVO DE 10 FOLHAS, INÍCIO DO REPRODUTIVO, INÍCIO DA FLORAÇÃO, PLENA FLORAÇÃO E FINAL DA FLORAÇÃO NO ANO DE 2017. SANTA MARIA, RS, 2018.

FV	GL	ESTÁDIO VEGETATIVO - QM						
		MS Caule	MS Folhas	MS ER	MSPA	H	IAF	IC
Data de semeadura	3	0,000035 ^{ns}	0,00028 ^{ns}	-	0,00034 ^{ns}	0,054 ^{ns}	0,00029 ^{ns}	-
Espaçamento	6	0,000006 ^{ns}	0,00064 ^{ns}	-	0,00065 ^{ns}	0,123 ^{ns}	0,04784 ^{ns}	-
Data x Espaçamento	18	0,000008 ^{ns}	0,00132 ^{ns}	-	0,00136 ^{ns}	0,926 ^{ns}	0,00022 ^{ns}	-
Erro	84	0,00002	0,00131	-	0,00142	0,979	0,00031	-
Total	111	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	19,6	21,1	-	19,5	12,81	27,2	-

FV	GL	INÍCIO DO REPRODUTIVO - QM						
		MS Caule	MS Folhas	MS ER	MSPA	H	IAF	IC
Data de semeadura	3	0,405*	2,456*	0,004*	2,557*	6,69*	0,851*	18,559*
Espaçamento	6	0,003 ^{ns}	0,054*	0,0001 ^{ns}	0,025 ^{ns}	0,259*	0,163*	0,635 ^{ns}
Data x Espaçamento	18	0,0057 ^{ns}	0,015 ^{ns}	0,0006 ^{ns}	0,014 ^{ns}	0,292 ^{ns}	0,011 ^{ns}	0,289 ^{ns}

Erro	84	0,009	0,010	0,0012	0,015	0,159	0,004	0,321
Total	111	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	23,79	16,51	21,84	16,02	10,32	18,09	23,0
INÍCIO DA FLORAÇÃO - QM								
FV	GL	MS Caule	MS Folhas	MS ER	MSPA	H	IAF	IC
Data de semeadura	3	8,217*	6,895*	0,228*	13,06*	11,472*	2,45*	10742,6*
Espaçamento	6	0,008 ^{ns}	0,316*	0,018 ^{ns}	0,348 ^{ns}	0,576*	0,201*	45,764 ^{ns}
Data x Espaçamento	18	0,054 ^{ns}	0,063 ^{ns}	0,014 ^{ns}	0,099 ^{ns}	0,293 ^{ns}	0,009 ^{ns}	13,631 ^{ns}
Erro	84	0,061	0,041	0,006	0,085	0,208	0,014	16,817
Total	111	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	28,0	21,1	20,5	20,9	8,36	22,25	20,5
PLENA FLORAÇÃO - QM								
FV	GL	MS Caule	MS Folhas	MS ER	MSPA	H	IAF	IC
Data de semeadura	3	12,879*	25,650*	0,080*	16,433*	45,518*	1,489*	18,044*
Espaçamento	6	4,749*	10,417*	1,388*	7,498*	0,369 ^{ns}	0,635*	0,566 ^{ns}
Data x Espaçamento	18	0,397 ^{ns}	1,008 ^{ns}	0,071 ^{ns}	0,471 ^{ns}	0,161 ^{ns}	0,047 ^{ns}	0,182 ^{ns}
Erro	84	0,285	0,332	0,069	0,305	0,191	0,016	0,104
Total	111	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	23,83	25,11	21,43	18,84	6,21	22,25	13,79
FINAL DA FLORAÇÃO - QM								
FV	GL	MS Caule	MS Folhas	MS ER	MSPA	H	IAF	IC
Data de semeadura	3	44,216*	7,190*	3,177*	49,52*	53,548*	2,313*	24,307*
Espaçamento	6	6,873*	1,027*	1,363*	9,431*	0,155 ^{ns}	0,117*	0,549 ^{ns}
Data x Espaçamento	18	0,731 ^{ns}	0,106 ^{ns}	0,144 ^{ns}	0,912 ^{ns}	0,173 ^{ns}	0,029 ^{ns}	0,704 ^{ns}
Erro	84	0,366	0,106	0,0965	0,404	0,171	0,028	0,598
Total	111	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	20,16	27,3	21,19	17,18	5,91	25,34	17,61

* e ns, significativo a 5% e não significativo, respectivamente, pelo teste F. QM = quadrado médio do erro; CV = coeficiente de variação

APÊNDICE C - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA NÚMERO FINAL DE NÓS (NFN), PLASTOCRONO (°C dia nó⁻¹) EM FUNÇÃO DA DATA DE SEMEADURA E ESPAÇAMENTO ENTRE PLANTAS DE CAMOMILA NO ANO DE 2017. SANTA MARIA, RS, 2018.

FV	QM		
	GL	Plastocrono	NFN
Data de semeadura (A)	4	600,521*	542,211*
Espaçamento entre plantas (B)	6	3,477 ^{ns}	7,985 ^{ns}
Data x Espaçamento	24	3,202 ^{ns}	16,236 ^{ns}
Erro	105	3,715 ^{ns}	13,276 ^{ns}
Total	139	-	-
CV (%)	-	10,17	13,0

* e ns, não significativo a 5%, respectivamente, pelo teste F. QM = quadrado médio do erro; CV = coeficiente de variação

APÊNDICE D - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A DURAÇÃO DOS SUBPERÍODOS DE DESENVOLVIMENTO QUE COMPREENDEM A SEMEADURA A EMERGÊNCIA (SEM-EME) EMERGÊNCIA A QUATRO NÓS DESENVOLVIDOS (EME-V4), QUATRO NÓS DESENVOLVIDOS AO INÍCIO DO ESTÁDIO REPRODUTIVO (V4-IR), INÍCIO DO ESTÁDIO REPRODUTIVO AO INÍCIO DA FLORAÇÃO (IR-IF), INÍCIO DA FLORAÇÃO À PLENA FLORAÇÃO (IF-PF) E SEMEADURA À MATURAÇÃO FISIOLÓGICA (SEM-MAT) EM SOMA TÉRMICA ACÚMULADA E EM DIAS EM FUNÇÃO DA DATA DE SEMEADURA E ESPAÇAMENTO ENTRE PLANTAS DE CAMOMILA NO ANO AGRÍCOLA DE 2016. SANTA MARIA, RS, 2018.

		QM – Soma Térmica						
FV	GL	SEM-EME	EME-V4	V4-IR	IR-IF	IF-PF	PF-MAT	SEM-MAT
Data de semeadura	4	13456,73*	240215,9*	75505,06*	1541,50 ^{ns}	4192,17*	289671,1*	351510,1*
Espaçamento	6	0,161 ^{ns}	0,282 ^{ns}	1694,86 ^{ns}	1868,11 ^{ns}	181,45 ^{ns}	4430,54 ^{ns}	1236,01 ^{ns}
Data x Espaçamento	24	0,198 ^{ns}	0,299 ^{ns}	2077,18 ^{ns}	553,30 ^{ns}	396,83 ^{ns}	3837,36 ^{ns}	510,55 ^{ns}
Erro	105	0,161	0,236	1492,46	1026,97	316,09	2970,47	661,62
Total	139	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	0,24	2,58	12,31	15,90	31,98	10,0	1,85
		QM – Dias						
FV	GL	SEM-EME	EME-V4	V4-IR	IR-IF	IF-PF	PF-MAT	SEM-MAT
Data de semeadura	4	540,858*	1830,5*	241,854*	222,04*	35,52*	2963,01*	11352,91*
Espaçamento	6	0,112 ^{ns}	0,204 ^{ns}	9,282 ^{ns}	9,894 ^{ns}	0,325 ^{ns}	26,01 ^{ns}	31,15 ^{ns}
Data x Espaçamento	24	0,175 ^{ns}	0,292 ^{ns}	14,561 ^{ns}	3,864 ^{ns}	1,851 ^{ns}	28,84 ^{ns}	14,84 ^{ns}
Erro	105	0,150	0,237	10,594	5,457	2,713	24,80	7,02
Total	139	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	2,57	2,12	11,84	18,72	34,32	11,19	2,20

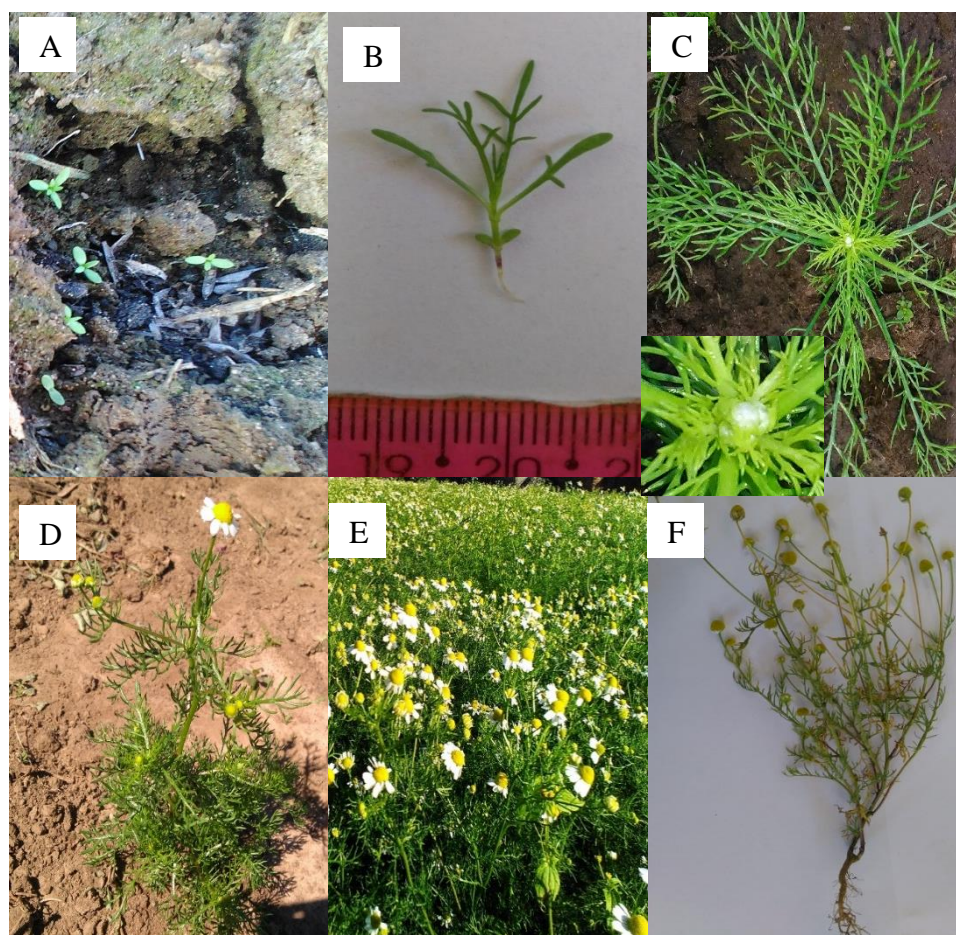
* e ns, significativo a 5% e não significativo, respectivamente, pelo teste F. QM = quadrado médio do erro; CV = coeficiente de variação

APÊNDICE F - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A VARIÁVEL PRODUTIVIDADE DE CAPÍTULOS FLORAIS SECOS (PROD. CAP, kg ha⁻¹), TEOR DE ÓLEO ESSENCIAL (Teor, %) E PRODUTIVIDADE DE ÓLEO ESSENCIAL (PROD. ÓLEO, L ha⁻¹) EM FUNÇÃO DA DATA DE SEMEADURA (A) E ESPAÇAMENTOS ENTRE PLANTAS NO ANO DE 2017. SANTA MARIA, RS, 2018.

FV	GL	QM		
		PROD. CAP	Teor	PROD. ÓLEO
Data de semeadura (A)	4	2871889,2*	0,0594*	9,889*
Espaçamento entre plantas (B)	6	111496,53*	0,0267 ^{ns}	0,123 ^{ns}
Data x Espaçamento	24	27161,58 ^{ns}	0,0258 ^{ns}	0,082 ^{ns}
Erro	105	21103,61	0,0206	0,090
Total	139	-	-	-
CV (%)	-	27,5	27,2	19,4

* e ns, não significativo a 5%, respectivamente, pelo teste F. QM = quadrado médio do erro; CV = coeficiente de variação

APÊNDICE E – ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO DA CAMOMILA: EMERGÊNCIA (A), QUATRO FOLHAS COMPLETAMENTE DESENVOLVIDAS (B), INÍCIO DO ESTÁDIO REPRODUTIVO (C), INÍCIO DA FLORAÇÃO (D), PLENA FLORAÇÃO (E) E MATURAÇÃO FISIOLÓGICA (F). SANTA MARIA, RS, 2018.



APÊNDICE G – PLANTAS DE CAMOMILA NO ESTÁDIO DE PLENO FLORESCIMENTO, SEMEADAS EM 18/03/2017 E ESPAÇADAS A 5 CM (A), SEMEADAS EM 18/03/2017 E ESPAÇADAS A 30 CM (B), SEMEADAS EM 31/08/2017 E ESPAÇADAS A 5 CM (C) E SEMEADAS EM 31/08/2017 E ESPAÇADAS A 30 CM (D). SANTA MARIA, RS, 2018.

