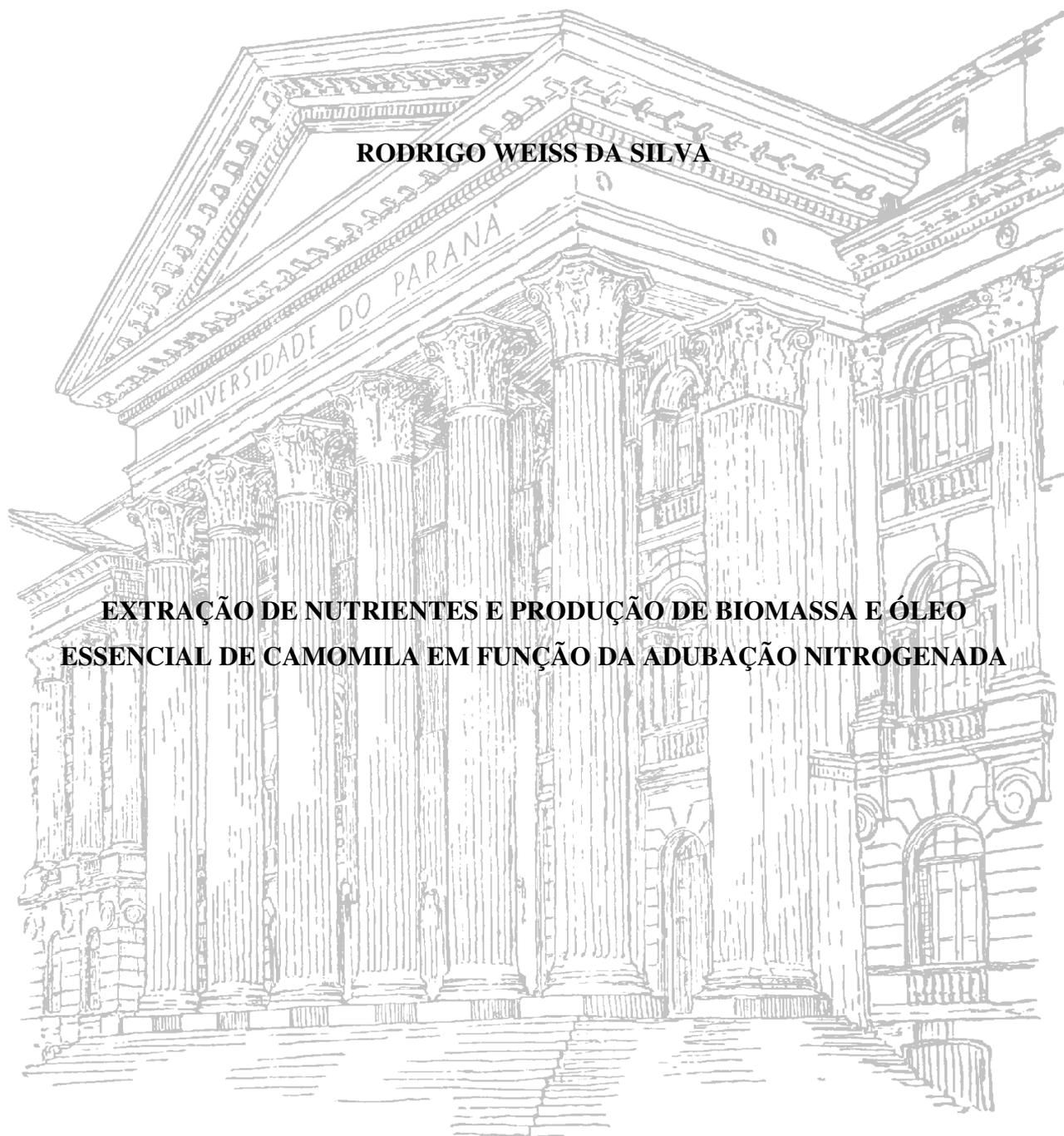


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO

RODRIGO WEISS DA SILVA



**EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES E PRODUÇÃO DE BIOMASSA E ÓLEO
ESSENCIAL DE CAMOMILA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA**

CURITIBA

2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO

RODRIGO WEISS DA SILVA

**EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES E PRODUÇÃO DE BIOMASSA E ÓLEO
ESSENCIAL DE CAMOMILA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Área de Concentração em Solo e Ambiente, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência do Solo.

Orientador: Prof. Dr. Volnei Pauletti

Co-orientador: Prof. Cicero Deschamps

CURITIBA

2013



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO
Mestrado e Doutorado



PARECER

A Banca Examinadora designada para avaliar a defesa da Dissertação de Mestrado de **RODRIGO WEISS DA SILVA**, intitulada “**Extração de nutrientes e produção de biomassa e óleo essencial de camomila em função da adubação nitrogenada**”, do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após análise do texto e arguição do candidato, emitem parecer pela “**APROVAÇÃO**” da referida Dissertação. O candidato atende assim um dos requisitos para a obtenção do título de **Mestre em Ciência do Solo - Área de Concentração Solo e Ambiente**.

Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, em Curitiba, 26 de abril de 2013.

Prof. Dr. Volnei Pauletti, Presidente.

Prof. Dr. Juliano Tadeu Vilela de Resende, I°. Examinador.

Prof. Dr. Cícero Deschamps, II°. Examinador

Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo – SCA – UFPR
Rua dos Funcionários, 1540 - Bairro Cabral
80035-050 - Curitiba - PR - Fone/Fax: (41) 3350-5648
pgcisolo@ufpr.br | www.pgcisolo.agrarias.ufpr.br



A todos que sempre me incentivaram e me ensinaram a nunca desistir dos estudos,
mesmo nos momentos de dificuldades, entre eles os meus pais, e minha esposa Nathalya
maiores incentivadores da minha caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sempre guiar e iluminar meu caminho, desde a decisão pela continuação dos estudos até os momentos finais na escrita deste trabalho.

Ao meu orientador, Professor Volnei, pela amizade, orientação, ensinamentos, confiança, paciência e essencial apoio na realização desta dissertação.

Ao meu co-orientador Cícero pela confiança, apoio e contribuição.

Aos professores do Programa onde pude compartilhar com o profissionalismo e dedicação nas aulas teóricas e práticas, para que o aprendizado contribuísse com meu crescimento pessoal e profissional, em especial ao professor Marcelo de Lima.

Ao professor Wanderlei que muito me auxiliou e contribuiu para a construção deste trabalho.

Ao produtor Mauro da Cruz Ivankio que nos recebeu e cedeu a área para que o trabalho pudesse ser realizado. E aos técnicos da Emater Cirino e Osvaldo que nos ajudaram na escolha do produtor.

Aos meus colegas que ao longo desta jornada se tornaram grandes companheiros e amigos e muito contribuíram para a realização deste trabalho, Eduardo Menezes, Rodrigo Ambrósio e Wilson Teixeira. Além da amizade dos demais Julierme, Anderson, Raul e Daniel Kramer. Sem contar o apoio e as sugestões daqueles que estiveram presentes de longa data, Maurício Biesek e Daniel Hanke.

Aos colegas da turma 2012, cujas conversas na cantina, casinha e nos corredores foram essenciais para a conclusão deste trabalho e para os momentos de descontração.

Pela amizade e contribuição nos trabalhos em laboratórios, principalmente Letícia e Giovana e a todos os que contribuíram na coleta dos materiais a campo.

Aos funcionários do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Gerson, Aldair, Roberto e Maria, e do Departamento de Fitotecnia Gilnei e Maria Emília pela presteza e amizade.

A todos estagiários que auxiliaram nos trabalhos em especial Thaís, João. Também não poderia deixar de lembrar de Weligton Ortega, Diego e minha irmã Andréia que ajudaram muito na rotina do laboratório.

A CDA Agrícola em especial Afrânio, Fábio e Roberto pela oportunidade de fazer parte deste grupo, e pela paciência e confiança nos momentos em que estive ausente para a realização desta pesquisa.

Aos meus amigos e familiares, em especial meus pais, Antonio e Vera, e aos meus avós Tita e Natail, Darci e Tônico (in memoriam) pelo suporte, força e incentivo. À minha irmã por sempre acreditar em mim.

À minha esposa que sempre esteve ao meu lado e teve paciência, mesmo quando eu a trocava pelos livros e artigos.

À Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade de novamente abrir as portas.

E a todas as pessoas que sempre puderam de alguma forma contribuir para a conclusão deste, meu Muito Obrigado.

“A mente que se abre a uma nova ideia, jamais voltará ao seu tamanho original.”

Albert Einstein

EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES E PRODUÇÃO DE BIOMASSA E ÓLEO ESSENCIAL DE CAMOMILA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA¹

Autor: Rodrigo Weiss da Silva

Orientador: Prof. Dr. Volnei Pauletti

Co-orientador: Prof. Dr. Cícero Deschamps

RESUMO

A camomila é uma planta medicinal da família Asteraceae, originária do Mediterrâneo, com grande interesse econômico devido as suas propriedades farmacológicas. Esta espécie vem sendo muito estudada e possui grande importância econômica para vários países, sendo que no Brasil, o maior produtor é estado do Paraná. O óleo essencial de camomila, extraído dos capítulos florais, possui diversos constituintes químicos, podendo ser empregado em muitas áreas industriais. Porém para que haja uma boa concentração de óleos essenciais, é necessário que a planta produza biomassa suficiente de capítulos, e isso está relacionado com uma nutrição equilibrada. O nitrogênio é um dos principais nutrientes envolvidos com o crescimento das plantas sendo fundamental para o aumento de biomassa aérea. O objetivo deste trabalho foi determinar o efeito da adubação nitrogenada no desenvolvimento vegetativo, extração de nutrientes e produção de óleo essencial da camomila variedade Mandirituba, cultivada na região sub-tropical do Brasil. Os tratamentos consistiram de quatro doses de nitrogênio (N) e a testemunha sem a aplicação de N (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹) dispostos em quatro blocos casualizados. Foi avaliada a altura das plantas, número de hastes por planta, número de ramos na haste principal, massa fresca e seca de plantas, altura e diâmetro de capítulos, número de capítulos por planta, extração de nutrientes e a caracterização do óleo essencial. A aplicação de nitrogênio aumentou a altura de plantas, diâmetro e altura de capítulos, massa verde e seca de capítulos, teor e produtividade de óleo essencial da camomila na primeira colheita. A dose indicada de nitrogênio para a maior produtividade de biomassa aérea e de capítulos varia de 135 a 160 kg ha⁻¹. A aplicação de N aumentou o teor deste nutriente na parte aérea e nos capítulos e diminuiu o teor de P na parte

¹ Dissertação de Mestrado em Ciência do Solo. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba. (56 p.) Abril, 2013.

aérea da camomila. Quanto maior a dose de N maior foi à extração e exportação de nutrientes, devido ao aumento de produção de biomassa e esta extração foi na seguinte ordem: K>N>Ca>P>Mg>Fe>Mn>Zn>Cu. A aplicação de nitrogênio promoveu aumento em mais de vinte vezes a produtividade de óleo da camomila na primeira colheita. A adubação nitrogenada não alterou a composição química do óleo essencial da camomila, sendo os principais componentes encontrados o óxido de alfa bisabolol B, óxido de alfa bisabolol A, óxido de alfa bisabolona A e camazuleno.

Palavras-chave: *Chamomilla recutita*, nitrogênio, plantas medicinais, partição de nutrientes.

EXTRATION OF NUTRIENTS AND BIOMASS PRODUCTION AND ESSENTIAL OIL CHAMOMILE FUNCTION OF NITROGEN ²

Autor: Rodrigo Weiss da Silva

Orientador: Prof. Dr. Volnei Pauletti

Co-orientador: Prof. Dr. Cícero Deschamps

ABSTRACT

Chamomile is an Asteraceae's family medical plant whose origin comes from the Mediterranean, eagerly economically desired due to its pharmacological properties. This species has been extensively studied and has great economic importance to many countries, and in Brazil, the largest producer is the state of Paraná. Chamomile oil, extracted from its own capitula, holds several chemical contents and it is able to be applied in many manufacture areas. However, the plant needs to produce enough biomass of capitula to have a good concentration of essential oil, and such acquisition requires a balanced nutrition. Nitrogen is one of the main nutrients involved with the plant's growth, primary to the raise of biomass area. The goal here was to determine the nitrogenous green manure's effect in the vegetative development, extraction of nutrients and oil production of chamomile Mandirituba variety, cultivated in the sub-tropical region of Brazil. Treatments consisted of four nitrogen (N) and control without N application (0, 40, 80, 120 and 160 kg ha⁻¹) arranged in four randomized blocks. The plants were evaluated in: height; number of stems; number of branches in the main stem; fresh and dry squash of the plants; height and diameter of the capitulas; number of capitulas per plant; nutrient extraction and characterization of the essential oil. In the first crop, the introduction of nitrogen worked on the plants height, diameter and height of the capitula, dry and green mass of the capitula, tenor and productivity of essential oil of the chamomile cv. Mandirituba's oil. The nitrogen application increased the plant height, diameter and height of chapters, fresh and dry mass of chapters, content and yield of essential oil of chamomile in the first harvest. The dose of nitrogen for higher productivity and biomass varies chapters 135-160 kg ha⁻¹. Nitrogen application increased the

² Soil Science Master Dissertation. Graduate Program in Soil Science, Division of Agricultural Sciences, Federal University of Paraná. Curitiba. (56 p.) April, 2013.

content of this nutrient in shoots and in chapters and decreased P content in shoots of chamomile. The higher the dose of N was greater in the extraction and export of nutrients due to increased biomass production and this extraction was in the following order: K> N> Ca> P> Mg> Fe> Mn> Zn> Cu. The application of nitrogen promoted increased by more than twenty times the oil yield of the first harvest chamomile. Nitrogen fertilization did not alter the chemical composition of the essential oil of chamomile, the main components found alpha bisabolol oxide B, alpha bisabolol oxide A, oxide and alpha bisabolona The chamazulene.

Keywords: *Chamomilla recutita*, nitrogen, medicinal plants, nutrient partitioning.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I - EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES E PRODUÇÃO DE BIOMASSA E ÓLEO ESSENCIAL DE CAMOMILA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA	viii
RESUMO	viii
ABSTRACT	x
LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTA DE TABELAS	xiv
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xv
1 REVISÃO DE LITERATURA	1
2 MATERIAL E MÉTODOS	3
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	8
3.1 Altura de plantas	8
3.2 Número de hastes	10
3.3 Número de plantas e ramos	11
3.4 Massa seca de plantas	12
3.5 Número de capítulos florais	13
3.6 Altura e diâmetro de capítulos florais	14
3.7 Massa verde e seca de capítulos florais	15
3.8 Extração e exportação de nutrientes	16
3.9 Teor de óleo essencial	19
3.10 Produtividade de óleo essencial	20
3.11 Constituintes químicos do óleo essencial	21
4 CONCLUSÕES	23
5 LITERATURA CITADA	24
CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
APÊNDICES	30
RESUMO BIOGRÁFICO	40

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 - Precipitação média mensal de junho a outubro nos anos de 2008 a 2012, na região de São José dos Pinhais – PR 4
- FIGURA 2 - Área do experimento de produção de camomila. C) Detalhe dos capítulos florais após a colheita. D) Parcela após a primeira colheita aos 99 dias após a colheita 6
- FIGURA 3 - A) Método de destilação utilizado no experimento. B) Amostras após a extração de óleo essencial de camomila 8
- FIGURA 4 - Altura de plantas de camomila cv. Mandirituba em função das doses de nitrogênio, na primeira e segunda colheita, aos 99 e 130 dias após a semeadura, respectivamente 9
- FIGURA 5 - Número de hastes por planta de camomila cv. Mandirituba em função das doses de nitrogênio, na primeira e segunda colheita, aos 99 e 130 dias após a semeadura, respectivamente 11
- FIGURA 6 - Massa verde e seca de plantas de camomila cv. Mandirituba em função das doses de nitrogênio, na primeira e segunda colheita, aos 99 e 130 dias após a semeadura, respectivamente 13
- FIGURA 7 - Número de capítulos florais por planta cv. Mandirituba em função das doses de nitrogênio, na primeira e segunda colheita, aos 99 e 130 dias após a semeadura, respectivamente 14
- FIGURA 8 - Massa verde (a) e seca (b) de capítulos florais cv. Mandirituba em função das doses de nitrogênio, na primeira e segunda colheita, aos 99 e 130 dias após a semeadura, respectivamente 16
- FIGURA 9 - Teor de nutrientes na parte aérea e nos capítulos da camomila, cv. Mandirituba, em função da aplicação de nitrogênio 18
- FIGURA 10 - Produtividade de óleo ($L\ ha^{-1}$) de camomila cv. Mandirituba em função das doses de nitrogênio, na primeira e segunda colheita, aos 99 e 130 dias após a semeadura, respectivamente 21

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Temperatura média de junho a outubro e no período de 2008 a 2012, na região de São José dos Pinhais – PR	3
TABELA 2 -	Características químicas e texturais do solo da camada de 0–20 cm de profundidade, antes da instalação do experimento. São José dos Pinhais – PR, 2012	4
TABELA 3 -	Conteúdo de nutrientes da parte aérea (extração) e nos capítulos (exportação) da camomila cv. Mandirituba, expressos em massa seca em função da aplicação de nitrogênio	17
TABELA 4 -	Teor de óleo essencial de plantas de camomila cv. Mandirituba em função das doses de nitrogênio, na primeira e segunda colheita aos 99 e 130 após a semeadura, respectivamente	19
TABELA 5 -	Composição do óleo essencial (%) de camomila cv. Mandirituba em função das doses de nitrogênio utilizados na primeira e segunda colheita, 99 e 130 dias após a semeadura	22

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

β	Beta
α	Alfa
%	Porcentagem
kg	Kilograma
ha	Hectare
PR	Paraná
IAPAR	Instituto Agronômico do Paraná
°C	Temperatura em graus Celsius
SIMEPAR	Instituto Tecnológico Simepar
mm	Milímetro
cm	Centímetro
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
DAS	Dias após a semeadura
CQFSRS/SC	Comissão de Química e Fertilidade do Solo para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina
N	Nitrogênio
P	Fósforo
K	Potássio
Ca	Calcio
Mg	Magnésio
Fe	Ferro
Cu	Cobre
Zn	Zinco
Mn	Manganês
m ²	Metro quadrado
UFPR	Universidade Federal do Paraná
g	Gramma
HCl	Ácido clorídrico
L	Litro
mL	Mililitro

nm	Nanômetro
min	Minuto
ns	Não significativo
cv	Cultivar

1 – INTRODUÇÃO

A camomila (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert) é uma planta medicinal da família Asteraceae, originária do Mediterrâneo (Magdziak, 2011). Esta espécie vem sendo muito estudada e possui grande importância econômica para vários países. Atualmente a produção mundial desta espécie passa de 4000 toneladas ano⁻¹ de flores secas (Kavandi et al., 2011), produzidas principalmente nos países da Hungria, Rússia, Argentina, Alemanha, Tchecoslováquia, Finlândia, Egito e Índia (Mohammad, 2011). No Brasil, a produção está situada principalmente no estado do Paraná, onde destacam-se os municípios de Campo Largo, Fazenda Rio Grande, Mandirituba e São José dos Pinhais, respondendo por mais de 70% da área plantada no estado. Estes quatro municípios produziram em 2011 um total de 929,4 toneladas de capítulos florais secos (SEAB/DERAL, 2013). Além destes municípios, Boa Ventura de São Roque, Castro, Corbélia, Guarapuava, Lapa, Prudentópolis, Santa Maria do Oeste e Turvo também produzem camomila, porém o município de Mandirituba é o maior produtor, e sua produtividade média corresponde a 450 kg ha⁻¹ de flores secas (SEAB/DERAL, 2013).

Por ser uma espécie cultivada entre os meses de março a agosto, se torna uma alternativa para o plantio na safra de inverno, meses em que os produtores utilizam para rotacionar seus cultivos principalmente com o plantio de aveia. Porém esta planta é vista como cultura secundária e a baixa tecnologia aplicada pelos produtores torna o produto final, seja in natura ou processado na forma de óleo essencial, um produto de baixa qualidade.

O interesse econômico pela camomila se deve às suas propriedades farmacológicas de ação anti-inflamatória, antiespasmódica, antiflogística, sedativa, antialérgica, vermífuga e emenagoga (Mapeli et al., 2005; Amaral et al., 2008; Magdziak, 2011; Mohammad, 2011). Devido a isso pode ser empregada em diversas áreas industriais para a fabricação de medicamentos e produtos de higiene, produção de chás, cosméticos e loções (Costa & Filho, 2002; Amaral et al., 2008; Ahmad et al., 2011). A camomila pode ser comercializada in natura através dos capítulos florais e na forma de óleo essencial, porém no Brasil a produção de óleo essencial ainda é muito incipiente, mesmo sendo um produto de alto valor agregado.

Sua característica fenológica está na produção de inflorescências chamadas de capítulos florais, os quais estão situados em ramificações laterais que saem da haste principal da planta. Os capítulos variam de tamanho, mas na maioria são pequenos e possuem pedúnculos solitários ou corimbosos (Bertolino et al., 2006), os quais apresentam estruturas

especializadas chamadas de tricomas glandulares peltados (Amaral et al., 2008) que realizam a síntese e armazenamento do óleo essencial.

No óleo essencial de camomila são encontrados os componentes químicos β -farneseno, derivados óxidos entre eles óxido de α -bisabolol B, óxido de α -bisabolol A, α -bisabolol e camazuleno, como sendo os principais (Raal et al., 2003; 2011; 2012). A coloração azulada do óleo de camomila é devido ao composto camazuleno que é formado durante o processo de destilação (Ahmad et al., 2011). Devido ao grande interesse do óleo essencial da camomila em diversas áreas industriais, ela está incluída na farmacopeia de 26 países (Magdziak, 2011). Na farmacopeia brasileira, para que ela possa ser comercializada como droga vegetal, deve conter um teor mínimo de 0,4% de óleos essenciais (Borsato et al., 2008). A concentração de óleo essencial está ligada à biomassa de capítulos produzida, no entanto se torna necessário uma nutrição equilibrada ou um residual no solo suficiente para que a planta metabolize essa biomassa.

Entre os nutrientes essenciais para as plantas o nitrogênio (N) é exigido em grandes quantidades nos cultivos, pois participa de processos bioquímicos, proteínas, membranas, ácidos nucleicos, clorofila, co-enzimas e hormônios vegetais (Souza & Fernandes, 2006; Marschner, 2012), e sua aplicação pode favorecer a produtividade de biomassa das plantas (Mohammadreza et al., 2012).

A adubação nitrogenada na camomila pode influenciar as características morfológicas e a produção (Amaral et al., 2008; Mohammadreza et al., 2012), porém esse efeito positivo nem sempre ocorre nesta cultura (Mapeli et al., 2005; Morais et al., 2006; Amaral et al., 2008). Apesar da importância deste e de outros nutrientes para a produção de plantas de camomila, nos cultivos comerciais os produtores não realizam adubação para esta cultura, contando apenas com a adubação residual de feijão, milho ou soja.

Em um estudo realizado com a camomila alemã, Mohammadreza et al. (2012) obtiveram um aumento na produção de flores com o acréscimo de N, alcançando 18 flores por planta com a aplicação de 100 kg ha⁻¹ de N. Este dado é maior que o encontrado por outros autores para a cultivar Mandirituba, produzindo em média 7 capítulos por planta utilizando a mesma dose de N (Amaral et al., 2008). A questão difundida entre os produtores de camomila, é que a adubação nitrogenada promove o efeito do acamamento nas plantas, que ocasiona perdas na produtividade.

O objetivo deste trabalho foi determinar o efeito da adubação nitrogenada no desenvolvimento vegetativo, extração de nutrientes e produção de óleo essencial da camomila variedade Mandirituba, cultivada na região sub-tropical do Brasil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado a campo no município de São José dos Pinhais – PR com as coordenadas geográficas 25°46'23" S e 49°10'13" W, altitude 863 m, no período de 31 de maio a 13 de outubro de 2012. A região apresenta clima Cfb segundo Köppen (IAPAR, 2012), sendo que durante o período de condução do experimento a temperatura média foi de 15,9 °C (Tabela 1), com mínima de 2,9 °C registrada em 26/09/2012 e máxima de 32,6 °C registrada em 17/09/2012 (SIMEPAR, 2013).

Tabela 1. Temperatura média de junho a outubro e no período de 2008 a 2012, na região de São José dos Pinhais - PR.

Temperatura Média (°C)*					
Meses do ano					
Ano	Jun	Jul	Ago	Set	Out
2008	14,3	16	16,4	15,2	18,1
2009	12,5	13,1	15,3	16,2	17
2010	14,1	15,1	14,2	16,5	16
2011	12,9	14,3	14,6	14,8	17,3
2012	14	13,8	16,2	16,8	19

*Fonte: Estação metereológica de Curitiba. SIMEPAR (2013).

A precipitação acumulada no período de condução do experimento foi de 561,6 milímetros (mm) (SIMEPAR, 2013), atendendo a exigência da espécie que é de 120 mm mês⁻¹ (Corrêia Júnior et al., 2008). Considerando os 130 dias de experimento seriam necessários 480 mm de chuvas acumuladas, porém a precipitação de agosto e setembro foi abaixo de 120 mm. As chuvas foram concentradas no plantio e na segunda colheita, acumulando em julho (106 mm) e agosto (31,2mm), valores abaixo da média histórica que é de 131,8 e 84,7 mm, respectivamente (Figura 1).

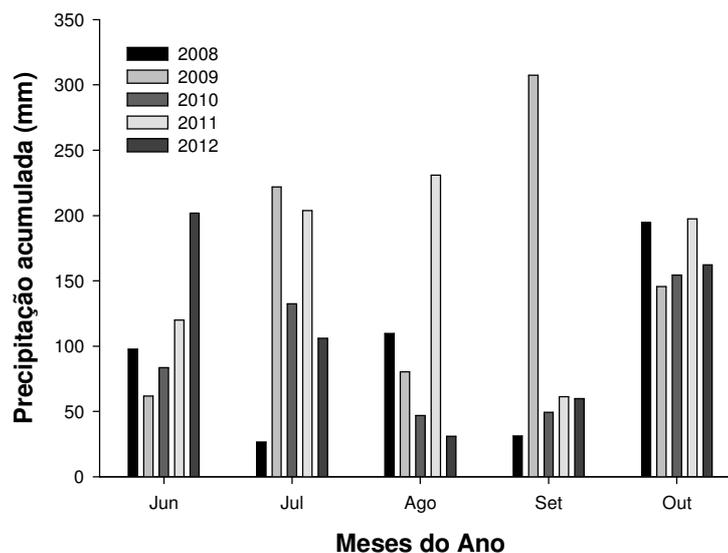


Figura 1. Precipitação média mensal de junho a outubro nos anos de 2008 a 2012, na região de São José dos Pinhais – PR (SIMEPAR, 2013).

Durante a safra de 2011/2012, período que antecedeu a instalação do experimento, a área foi cultivada com soja. Após a retirada desta cultura foram coletadas amostras de solo da camada de 0-20 cm para a determinação das características químicas e texturais que constam na Tabela 2. O solo do local do ensaio foi classificado como CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico latossólico (EMBRAPA, 2006).

Tabela 2. Características químicas e texturais do solo da camada de 0–20 cm de profundidade, antes da instalação do experimento. São José dos Pinhais – PR, 2012.

Camada cm	pH SMP	P ppm	Al	H+Al	Ca	Mg cmol _c dm ⁻³	K	SB	T	MO %	V	Areia	Silte	Argila
0 - 20	5,5	13,9	0,6	7,2	4,8	2,8	0,2	7,8	15	27,86	52	236	339	425

SB: soma de bases trocáveis; T: CTC potencial; V: saturação por bases.

Os tratamentos consistiram de quatro doses de nitrogênio (N) e a testemunha sem a aplicação de N (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹) dispostos em quatro blocos casualizados. A adubação de semeadura foi realizada a lanço, imediatamente antes da semeadura, aplicando-se 20 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia, com exceção da testemunha (sem N). O restante da dose de N foi aplicado em cobertura aos 45 dias após a semeadura (DAS), na forma de nitrato de amônio. Para a recomendação de adubação para o experimento, foi utilizado como referência o manual da CQFSRS/SC (2004), segundo o qual recomenda-se adubações com os nutrientes

fósforo (P) e potássio (K), porém estes nutrientes encontravam-se em níveis altos para a espécie e não foram adicionados no trabalho (Tabela 1).

O preparo do solo antes da sementeira foi realizado por meio de grade niveladora incorporando os restos vegetais da soja. Para estabelecer uma uniformidade na superfície do solo e promover uma leve compactação, foi utilizado um rolo compactador com peso aproximado de 1000 kg antes da sementeira. A compactação teve a finalidade de facilitar o contato da semente com o solo, deixando-as expostas, pois as sementes de camomila são fotoblásticas positivas, germinando apenas na presença de luz (Nóbrega et al., 1995). As parcelas no campo continham as dimensões de 2x3 metros, com área útil de 2 m².

Antes da sementeira as sementes da cultivar Mandiritiba foram beneficiadas em mesa de gravidade marca DAMAS, tipo Lanta-k, no Laboratório de Análise e Tecnologia de Sementes da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Após esse procedimento foram realizados testes de germinação em caixas plásticas do tipo “gerbox”, onde as sementes foram acondicionadas sobre papel mata-borrão e umedecidas com água destilada, utilizando-se 2,5 vezes a massa do papel seco embebida em água. Foram realizadas quatro repetições de 50 sementes e colocadas em câmara de germinação, regulado para manter a temperatura constante de 20±1°C. As avaliações foram realizadas em duas etapas, sendo aos 7 e aos 14 dias após a colocação na câmara, resultando um índice de germinação de 44,5%. Para este critério foram consideradas as plântulas normais, descritas por média de germinação segundo as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). A sementeira foi realizada em linha após a adubação, no dia 04 de junho de 2012, com a densidade de 2 kg ha⁻¹ de sementes, resultante da média obtida do teste de germinação. Para facilitar a sementeira, foram utilizados 100 kg ha⁻¹ de fubá de milho como veículo para dispersão das sementes (Costa, 2001).

Não houve incidência de pragas e doenças que ocasionassem danos na cultura e o controle de plantas daninhas foi realizado manualmente entre as linhas de sementeira.

Foram realizadas duas colheitas ao longo do ciclo da cultura, sendo que as avaliações adotadas foram iguais para ambas. A primeira no dia 11/09/2012 (99 dias após a sementeira - DAS) e a segunda no dia 13/10/2012 (130 DAS), ambas quando os capítulos apresentavam 70% das lígulas expandidas. A altura das plantas, número de hastes por planta, número de ramos na haste principal, massa fresca e seca de plantas, altura e diâmetro de capítulos e número de capítulos por planta, foram determinadas a partir de 10 plantas coletadas aleatoriamente na parcela útil. A altura das plantas foi obtida com o auxílio de uma trena medindo a distância entre o colo e a inserção do capítulo final da haste principal. O número de

hastes por planta e o número de ramos na haste principal foram avaliados através de contagem. A massa fresca e seca da biomassa aérea das plantas foi obtida após a retirada de todos os capítulos das 10 plantas com posterior pesagem e secagem em estufa com circulação de ar forçada a 65°C até peso constante. A altura e diâmetro de capítulos foram obtidos pela medida de 10 capítulos com o auxílio de paquímetro, e o número de capítulos por planta mediante a contagem de todos os capítulos das plantas excluindo os botões florais.

A produtividade de capítulos foi obtida mediante a colheita da área útil da parcela, sendo coletados todos os capítulos com as língulas expandidas (Figura 2). A colheita foi feita com o corte manual do pedúnculo até aproximadamente cinco cm de distância do capítulo. Após pesagem para determinar a massa fresca de capítulos por parcela, as amostras foram levadas para secagem a 65°C até peso constante. Os dados de massa fresca e seca por parcela foram extrapolados para hectare, somando-se a pesagem dos capítulos das 10 plantas colhidas separadamente.

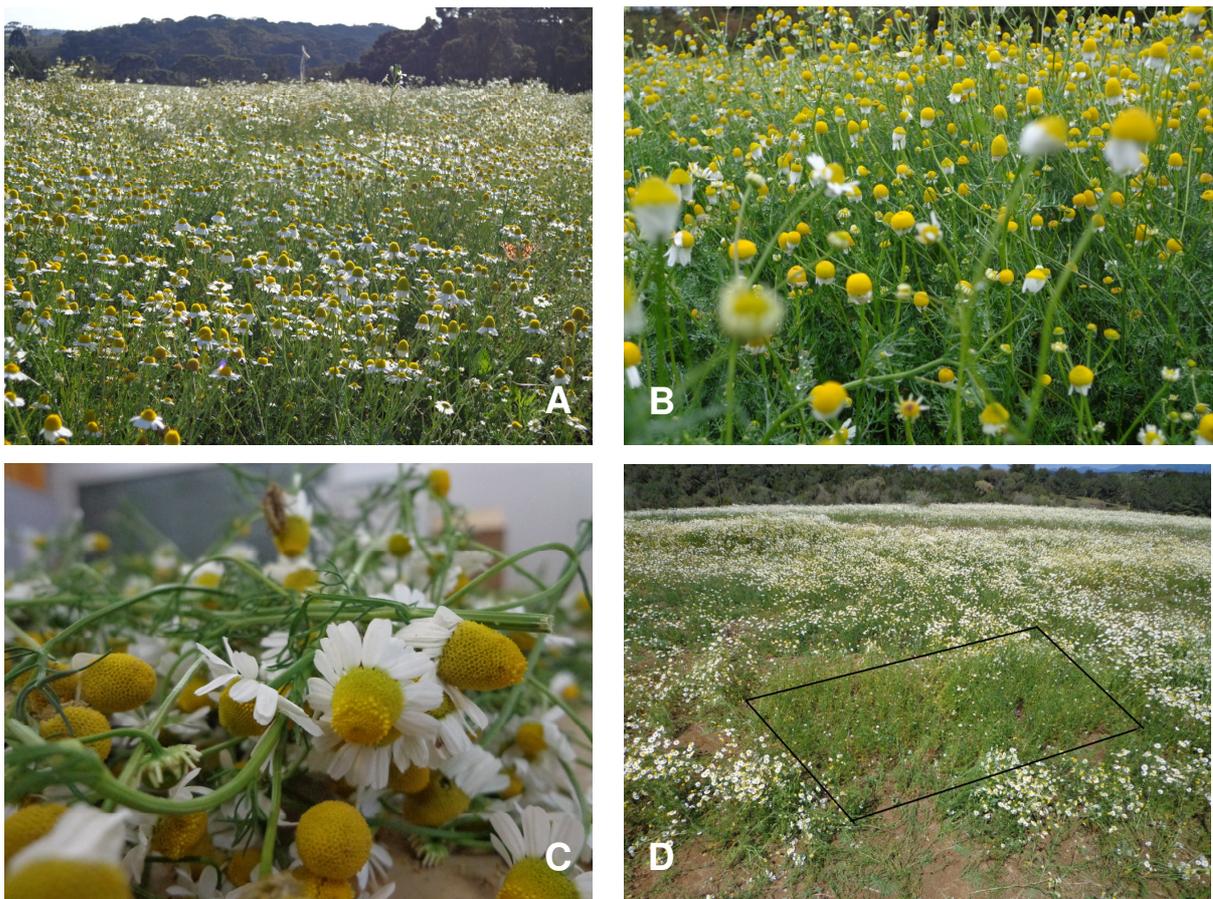


Figura 2. A, B) Área do experimento de camomila. C) Detalhe dos capítulos florais após a colheita. D) Parcela após a primeira colheita aos 99 dias após a semeadura. São José dos Pinhais – PR, 2012.

Após a segunda colheita foram determinados os teores de nutrientes nos capítulos florais e na biomassa aérea (folhas, hastes e ramos) no laboratório de Biogeoquímica da UFPR para a determinação dos teores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu) e zinco (Zn) através de digestão via seca. Os materiais foram moídos separadamente em moinho tipo “Willey” até a granulometria de 0,2 mm. De cada colheita foram homogeneizados aproximadamente 5 g de material vegetal obtendo apenas uma amostra para a realização das análises de nutrientes, obtendo para cada parcela duas amostras, uma de capítulos e uma de plantas (hastes, ramos e folhas). Desse material aproximadamente 1 g foi incinerado em mufla a 500°C por 3 horas, e após esse procedimento foram adicionadas 3 gotas de HCl 3 mol L⁻¹ e novamente incinerado em mufla a 500°C por 3 horas. Foi utilizado para a solubilização total dos nutrientes 10 mL de HCl 3 mol L⁻¹ e novamente reaquecido a 70-80°C por 10 minutos em chapa de aquecimento (Martins & Reissmann, 2007). Os nutrientes Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica com chama. A determinação do P foi realizada por colorimetria com molibdato-vanadato de amônio de reação amarela, realizado mediante a leitura no espectrofotômetro UV – VIS 1 na faixa de 420 nm em até 2 horas. O K foi determinado por fotômetro de chama. As análises do nitrogênio (N-total) e carbono (C-total) foram efetuadas por digestão via seca, por meio do aparelho VARIO EL III - Elementar®.

A extração de óleo essencial foi realizada no laboratório de Ecofisiologia da UFPR. Dos capítulos utilizados para determinação da produtividade, foram separados 100 g de material fresco, acondicionado em balão volumétrico de 2000 mL e adicionado 1000 mL de água destilada para a extração de óleo essencial por meio de hidrodestilação durante 4 horas e 30 minutos após a fervura, em aparelho graduado tipo Clevenger (Wasicky, 1963), conforme figura 3. Após a extração, as amostras de óleo essencial foram quantificados e armazenados a -20°C para posterior análise de composição do óleo. Para a quantificação do óleo essencial foram pesadas amostras de 30 µL da amostra total extraída e seu peso dividido pelo volume de 30 µL resultando a densidade do óleo essencial. O peso total inicial da amostra foi dividido pela densidade resultando no volume em µL. Esse volume dividido pela matéria seca dos capítulos florais resultou no rendimento do óleo essencial, expresso em µL g MS⁻¹. A produção de óleo foi extrapolada para L ha⁻¹, pela relação com a produtividade de capítulos.

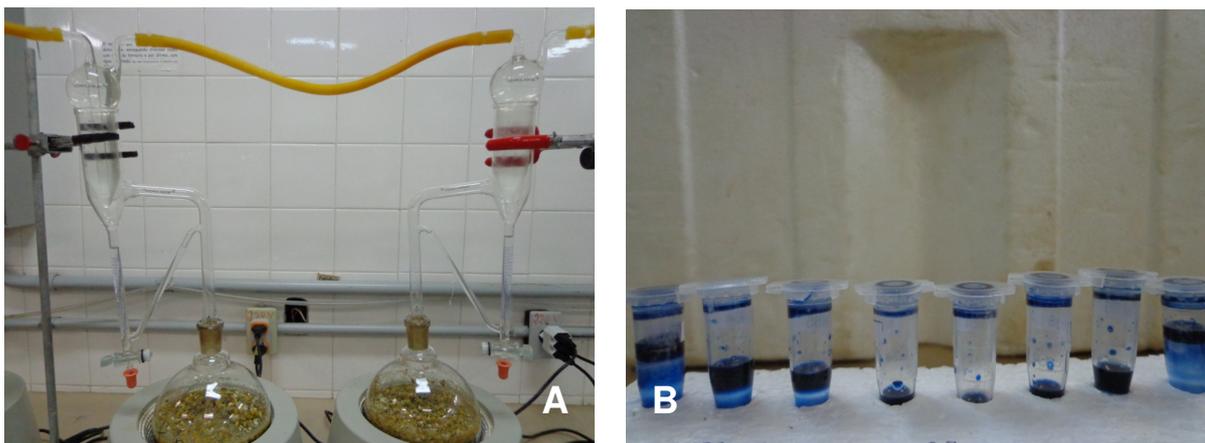


Figura 3. A) Método de destilação utilizado no experimento. B) Amostras após a extração de óleo essencial de camomila. São José dos Pinhais – PR, 2012.

Para as condições operacionais de identificação dos grupos de compostos, foi utilizado o cromatógrafo em fase gasosa acoplado ao espectro de massa, da marca Varian Inc. (modelo CP-3800), com detector Saturn 2000 MS/MS e coluna sílica fundida com 30 m de comprimento. Utilizou-se hélio com alto grau de pureza como gás de arraste sob pressão da coluna. A condição inicial de temperatura foi de 60°C, com elevação para 240°C na razão de 3°C min⁻¹. O volume de 1,0 µl de óleo essencial foi injetado com razão de split 1:100 e temperatura de injeção de 300°C. A identificação dos constituintes químicos foi realizada comparando-se a biblioteca da Nist 98 (Varian Inc.) com os espectros de massa obtidos para cada composto (Borsato et al., 2005). O teor de óleo essencial foi expresso em porcentagem.

As variâncias dos tratamentos foram testadas quanto à homogeneidade pelo teste de Bartlett e as médias dos tratamentos foram submetidas à análise de regressão e correlação ao nível de 5% de probabilidade. Para as análises estatísticas utilizou-se o programa Assistat versão 7.6 beta e para confecção dos gráficos o programa Sigma Plot versão 11.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Altura de plantas

A altura das plantas de camomila foi influenciada pela aplicação de N somente na primeira colheita, atingindo a altura máxima de 48,2 cm com a dose de 139 kg de N ha⁻¹. Ramos et al. (2004) concluíram que a cultivar Mandirituba é uma planta de porte baixo, porém obteve as maiores alturas de 66 cm aos 103 dias após o transplante, altura superior à observada no presente trabalho. Da mesma forma, Bertolino et al. (2006) obtiveram até 62 cm de altura para a mesma cultivar. Na segunda colheita, a altura de plantas foi menor que na

primeira colheita e, apesar de não haver ajuste da curva em função da dose, a aplicação de N aumentou a altura das plantas de 29 cm na ausência de aplicação para 41 cm na média dos tratamentos com N (Figura 4). Amaral et al. (2008) avaliaram diferentes doses de N com adubação mineral e orgânica, mediante a complementação com P e K, concluindo que as maiores médias de altura (55,28 e 57,44 cm) foram encontradas nos tratamentos onde a dose de N de 90 kg ha⁻¹ foi aplicada via adubação mineral e 326 kg ha⁻¹ aplicadas via adubação orgânica respectivamente, sendo valores de altura maiores que o estudo em questão. Em outro trabalho Vieira et al. (2009) verificaram que as maiores doses de N nas formas orgânica e mineral aplicadas juntamente, foram determinantes para alcançar as maiores alturas na cv. Mandiritiba, porém com altura de 37 e 38 cm, abaixo da encontrada no presente trabalho.

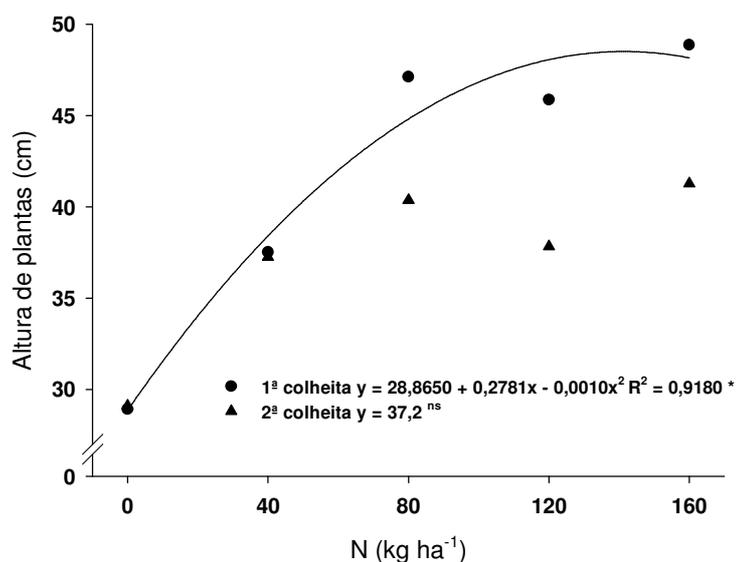


Figura 4. Altura de plantas de camomila cv. Mandirituba em função das doses de nitrogênio, na primeira e segunda colheita, aos 99 e 130 dias após a semeadura, respectivamente. São José dos Pinhais, 2012.*significativo a ao nível de 5% de probabilidade, ^{ns} não significativo.

Além do N, o P também influencia no crescimento das plantas e quando aplicados de forma associada proporcionam maiores alturas de plantas de camomila (Mapeli et al., 2005; Morais et al., 2006). De acordo com os níveis de P no solo e a não realização de uma adubação com esse nutriente (Tabela 2) para a reposição, pode ter ocasionado no resultado das alturas em relação aos demais trabalhos, pois o fósforo é responsável pela transferência de energia na planta (Marschner, 2012), o que justifica as menores alturas observadas em relação

a alguns dos trabalhos citados. Outro fator importante que resultou na altura de plantas foi à distribuição de chuvas (Figura 1), concentrando nas extremidades do ciclo da cultura, resultando em um inverno seco quando comparado aos anos anteriores.

Altas doses de N podem resultar em aumento da altura de plantas e promover acamamento, e conseqüentemente induzir a perdas de produtividade, conforme observado em outras espécies (Zagonel et al., 2002; Penckowski et al., 2009). Porém este efeito da adubação nitrogenada não foi observado no presente trabalho. A precipitação pluviométrica mal distribuída e abaixo da média histórica (Figura 1) durante o desenvolvimento do experimento pode ter influenciado na diminuição do efeito do N no crescimento das plantas, mesmo com uma população média final de plantas no experimento, de 259 plantas m^{-2} não influenciou na ocorrência de acamamento.

3.2 Número de hastes

O número de hastes por planta somente foi influenciado pela aplicação de N na segunda colheita (Figura 5), variando de 1,3 hastes na testemunha até o máximo de 2,5 obtido na dose de 160 $kg\ ha^{-1}$ de N. Amaral et al. (2008) também não observaram efeito de doses de N no número de hastes ao avaliar uma colheita, obtendo o maior número de hastes por planta (1,44 hastes) ao aplicarem 40 $kg\ ha^{-1}$ de N, valor abaixo ao observado neste trabalho para a mesma dose em ambas as colheitas.

O aumento do número de hastes é um fator importante na definição da arquitetura da planta e para a produção de capítulos florais, uma vez que toda haste irá produzir ramificações laterais e um maior número de capítulos por planta. O maior número de hastes na segunda colheita em relação à primeira provavelmente se deve pela quebra da dominância apical ao se efetuar o corte da haste principal para a colheita dos capítulos na primeira colheita. A dominância apical ocorre quando as gemas laterais são inibidas pelo crescimento das gemas apicais (Taiz e Zeiger, 2009).

O número de hastes por planta é maior quanto menor a população de plantas por área, fato explicado pela maior ocupação de uma planta através das ramificações laterais. Amaral et al. (2012) encontraram redução do número de hastes por planta e número de ramos na haste principal devido a alta população de plantas, 640,32 plantas m^2 , obtido com densidade de semeadura de 4 $kg\ ha^{-1}$ de sementes, o que explica variações observadas entre diferentes trabalhos.

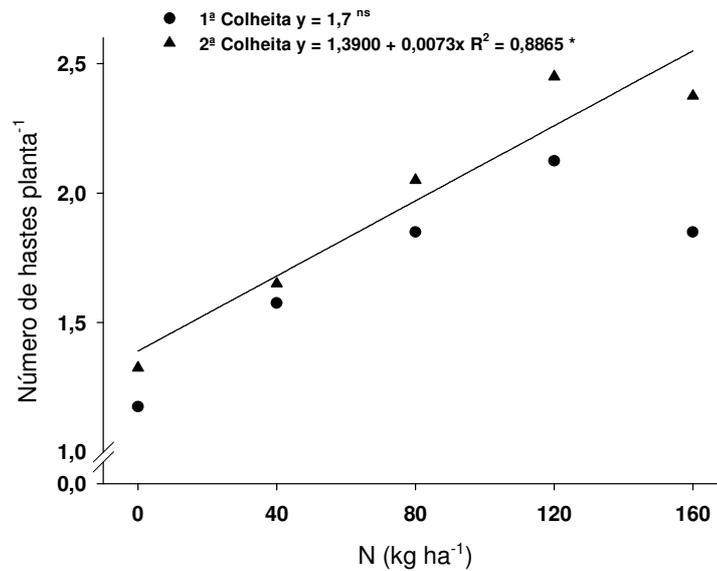


Figura 5. Número de hastes por planta de camomila cv. Mandirituba em função das doses de nitrogênio, na primeira e segunda colheita, aos 99 e 130 dias após a semeadura, respectivamente. São José dos Pinhais, 2012.*significativo ao nível de 5% de probabilidade, ^{ns} não significativo.

3.3 Número de plantas e ramos

O número de plantas e o número de ramos na haste principal, não foram influenciados pela adubação nitrogenada. Foram obtidas neste trabalho 259,18 plantas m⁻² em média, valores abaixo do encontrado por Amaral et al. (2012) onde obtiveram 533,33 plantas m⁻² com a mesma densidade de semeadura 2 kg ha⁻¹. Apesar de realizar testes de germinação e beneficiar as sementes antes do plantio, as condições de campo não refletem as condições do laboratório onde a temperatura e umidade são controladas, fatores que podem ter influenciado no número de plantas encontradas neste trabalho.

O número de ramos 4,3 em média encontrado na 1ª colheita está abaixo do encontrado por Amaral et al. (2008) e acima para a 2ª colheita, 7,5 ramos, onde estes autores encontraram 5,28 ramos em média com a adubação de N com complementação de P e K mineral. Estes mesmos autores não encontraram diferença significativa entre doses e fontes de N mineral ou orgânica no número de ramos por planta. Avaliando a primeira colheita em relação à segunda na produção de ramos por planta, houve um aumento de aproximadamente 75% a mais de ramos na segunda colheita. Essa variação entre as colheitas no número de ramos se deve à quebra da dominância apical, em função do corte dos capítulos florais. Através do corte das gemas apicais, ocorre um desbalanço hormonal causado pela razão

auxina:citocinina, onde a redução da auxina promove um aumento das gemas laterais (Taiz e Zeiger, 2009).

3.4 Massa seca de plantas

O aumento das doses de N promoveu efeito significativo para massa verde de plantas para as duas colheitas (Figura 6). Na primeira colheita houve um efeito quadrático das doses de N, levando à produção máxima de 10587 kg ha^{-1} de massa aérea de plantas com a dose de 135 kg ha^{-1} de N. Na segunda colheita houve um crescimento linear das doses variando de 2485 a 18832 kg ha^{-1} biomassa aérea. Este efeito do N no aumento de biomassa de plantas de camomila é observado por outros autores (Ramos et al., 2004; Mapeli et al., 2005; Bertolino et al., 2006; Morais et al., 2006; Amaral et al., 2008) e em outras espécies cultivadas (Petropoulos et al., 2009; Serra et al., 2011). O aumento da biomassa das plantas foi na média 6 e 7 vezes maior na primeira e segunda colheitas, respectivamente em relação ao tratamento com ausência de N.

O aumento das doses de N promoveu efeito significativo para massa seca de plantas (Figura 6). Na primeira colheita a produção de biomassa aérea variou de 1043 a 4719 kg ha^{-1} de MS. Na segunda colheita a dose máxima de 160 kg ha^{-1} de N produziram 5127 kg ha^{-1} de biomassa aérea e a ausência de N promoveu $741,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de massa seca.

Avaliando a massa seca de plantas, na segunda colheita as plantas produziram maior biomassa (Figura 6), mesmo com uma redução da área foliar em função da senescência. Isso pode ser explicado pela maior produção de ramificações entre eles hastes, ramos e conseqüentemente maior produção de folhas na segunda colheita das plantas. Este efeito do N no aumento de biomassa de plantas de camomila foi observado por outros autores (Ramos et al., 2004; Mapeli et al., 2005; Bertolino et al., 2006; Morais et al., 2006; Amaral et al., 2008) e em outras espécies cultivadas (Petropoulos et al., 2009; Serra et al., 2011, Chagas et al., 2011). Apesar do curto intervalo entre a primeira e a segunda colheita, apenas 31 dias, foram suficientes para a planta metabolizar mais N e produzir maior quantidade de biomassa aérea.

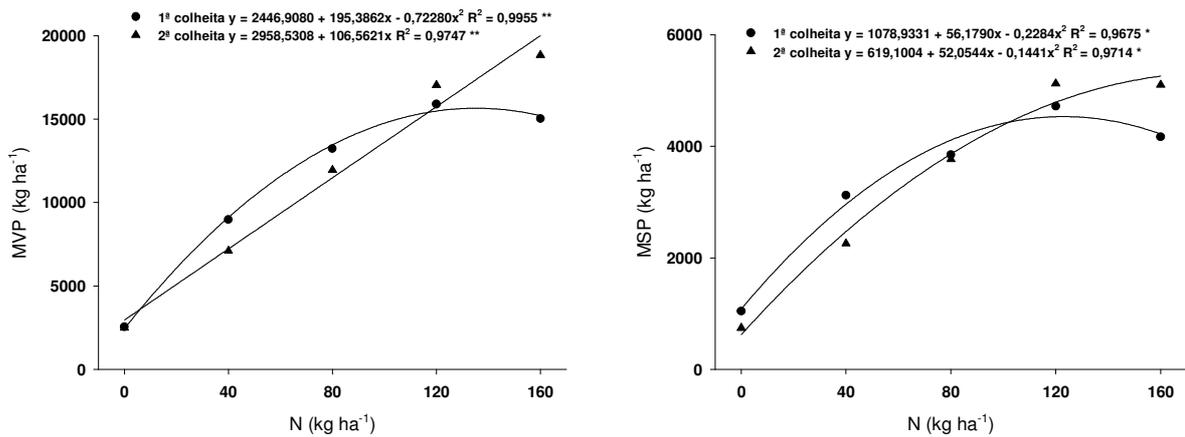


Figura 6. Massa verde e seca de plantas de camomila cv. Mandirituba em função das doses de nitrogênio, em duas colheitas (99 e 130 dias após a semeadura). São José dos Pinhais, 2012. **significativo a ao nível de 1% de probabilidade, *significativo a ao nível de 5% de probabilidade.

3.5 Número de capítulos florais

Houve efeito significativo das doses de N no número de capítulos por planta nas duas colheitas (Figura 7). Na primeira colheita houve um aumento de 7 na testemunha até 20 capítulos na dose de 120 kg ha⁻¹ de N. Na segunda colheita o número de capítulos por planta foi maior que na primeira, variando de 14 na testemunha até o máximo de 36 capítulos por planta obtido na dose de 129 kg ha⁻¹ de N. Esses valores discordam de Mohammadreza et al. (2012) que encontraram em seu trabalho uma variação de 16,25 a 18,84 flores por planta na ausência e com a aplicação de 100 kg ha⁻¹ de N respectivamente.

Além do N, baixa densidade de plantas (Amaral et al., 2012) e adubação com P (Ramos et al., 2004; Mapeli et al., 2005; Bertolino et al., 2006) promovem aumento do número de capítulos por planta de camomila.

Tanto o número de ramos na primeira colheita quanto o de hastes, na primeira e segunda colheita, também influenciaram positivamente o número de capítulos florais ($r = 0,766$; $0,868$ e $0,701$, respectivamente significativas a 1% probabilidade). Essa variação no número de capítulos é consequência do maior número de hastes e ramos por planta até a dose de 120 kg ha⁻¹ de N, sendo que com dose de 160 kg ha⁻¹ de N, o número de capítulos estabilizam, ou seja, as hastes produzem capítulos até certo número podendo ser caracterizado pela genética da planta.

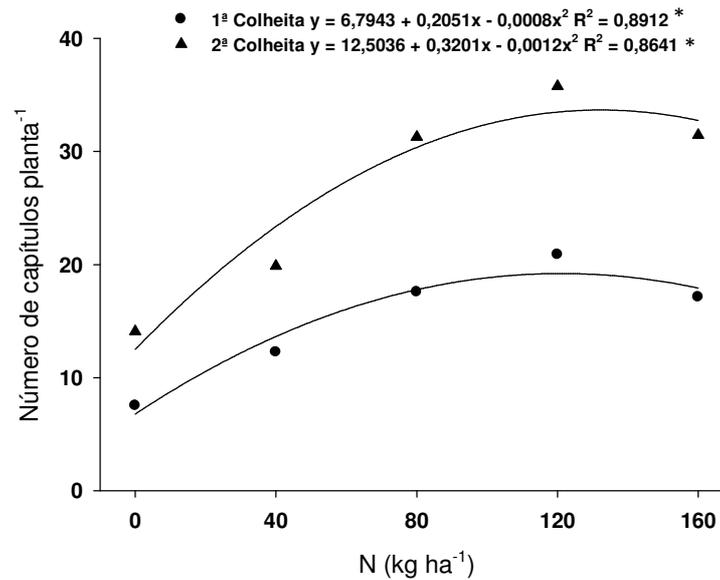


Figura 7. Número de capítulos florais por planta cv. Mandirituba em função das doses de nitrogênio, na primeira e segunda colheita, aos 99 e 130 dias após a semeadura, respectivamente. São José dos Pinhais, 2012. * significativo a ao nível de 5% de probabilidade.

3.6 Altura e diâmetro de capítulos florais

A altura e diâmetro de capítulos não foram influenciados pela adubação com N. Os valores encontrados neste trabalho para altura de capítulos variaram de 8,5 a 9 e 7,1 a 8,0 mm, na 1ª e 2ª colheita, respectivamente. Esses valores são similares aos observados por alguns autores (Ramos et al., 2004; Mapeli et al., 2005) e maiores aos observados em outros estudos (Bertolino et al., 2006; Morais et al., 2006). Os resultados de diâmetro de capítulos variaram de 8,1 a 8,6 na primeira colheita e de 6,4 a 7,3 mm na segunda colheita. Esses valores são menores que os observados por vários autores (Ramos et al., 2004; Mapeli et al., 2005; Bertolino et al., 2006; Morais et al., 2006). Mapeli et al. (2005) também não encontrou diferenças significativas em seu trabalho para altura e diâmetro de capítulos, com a adubação mineral de N e P, e caracterizou esse fato como uma característica genética da planta.

Além desse fato esses resultados podem estar relacionados com o baixo índice de chuvas registrado durante a execução do experimento. Apesar de não haver diferença significativa, a segunda colheita promoveu capítulos menores em altura e diâmetro. Após a primeira colheita e quebra de dominância apical, a planta estimulou um maior crescimento de hastes (Figura 5), ramos e conseqüentemente aumento do número de capítulos florais (Figura 7), porém de menor tamanho. Os resultados apresentados sugerem que a adubação com N não

afeta o desenvolvimento de capítulos, mas afeta o número de capítulos em função do aumento do número de hastes.

Outro ponto é que a camomila é uma planta de clima temperado e com o aumento da temperatura média no mês de outubro, a planta pode ter desencadeado processos bioquímicos de senescência e não conseguiu estimular um maior crescimento em altura e diâmetro de capítulos florais. Os processos envolvidos na senescência podem ser internos ou externos, sendo afetados por fatores ambientais tais como temperatura e comprimento do dia (Taiz e Zeiger, 2009). Mapeli et al. (2005), também encontraram redução no tamanho dos capítulos em função do final do ciclo da camomila cv. Mandirituba e os autores indicaram uma provável ação da senescência das plantas.

3.7 Massa verde e seca de capítulos florais

Na primeira colheita, a maior produção de massa verde de capítulos (2996 kg) foi alcançada com a dose de 133 kg ha⁻¹ de N, dose similar à que proporcionou a maior produtividade de biomassa da planta (Figura 8a). Com esta dose, a produtividade de capítulos mais que triplicou. Na segunda colheita o efeito da aplicação de N foi linear, com uma produção na dose máxima utilizada no ensaio de 1546 kg, um aumento de mais de 330% em relação à ausência de aplicação de N (Figura 8a).

Os dados apresentados no trabalho mostraram que os valores menores de massa verde e seca na segunda colheita, são devido à quantidade maior de capítulos produzida, ou seja, houve um acréscimo de hastes e ramos o que refletiu em aumento de 57% de capítulos em relação a primeira colheita. Porém com esse acréscimo da produção de capítulos, a morfologia dos capítulos foi alterada resultando em capítulos menores em altura, diâmetro e peso.

A massa seca de capítulos florais apresentou semelhança com a massa verde de capítulos para a primeira colheita (Figura 8b). Os valores na dose máxima de N (160 kg ha⁻¹) na primeira colheita foram praticamente 5 vezes maiores que a testemunha, sendo 2599 e 520 kg ha⁻¹ de capítulos produzidos respectivamente. Considerando que maior parte dos capítulos da camomila é comercializada em massa seca, de acordo os resultados apresentados no trabalho, esse aumento com as doses de N foram muito superiores em relação à testemunha o que gera maior renda ao produtor. Foi observado um maior número de capítulos na segunda colheita, sendo responsável pelo acréscimo de hastes e ramos o que refletiu em aumento de 57% de capítulos em relação à primeira colheita. Porém a morfologia dos capítulos foram alteradas, resultando na redução da altura e diâmetro e peso dos capítulos, justificando os

resultados obtidos de menores pesos de massa verde e seca na segunda colheita. As doses de N aumentaram o número de hastes após a primeira colheita, aumentando o número de capítulos e reduzindo a massa seca.

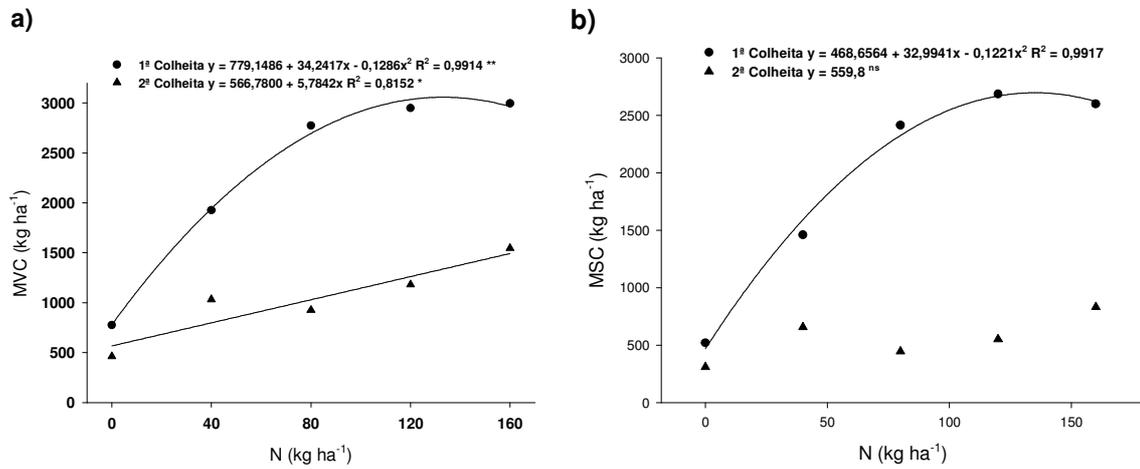


Figura 8. Massa verde (a) e seca (b) de capítulos florais cv. Mandirituba em função das doses de nitrogênio, na primeira e segunda colheita, aos 99 e 130 dias após a semeadura, respectivamente. São José dos Pinhais, 2012. **significativo a ao nível de 1% de probabilidade, * significativo a ao nível de 5% de probabilidade, ^{ns} não significativo.

3.8 Extração e exportação de nutrientes

O aumento das doses de N aumentou os teores de N, Cu e Zn nos capítulos florais, e diminuiu os teores de P (Figura 9ab). Na biomassa aérea de plantas somente houve aumento dos teores de N com o aumento das doses aplicadas deste nutriente (Figura 9c).

Na Tabela 3 são apresentados os valores de teor, extração e exportação de nutrientes pela camomila em função das doses de N. O aumento da dose de N promoveu aumento da extração por hectare (quantidade de nutrientes na planta toda) de todos os nutrientes estudados devido ao aumento da biomassa. Dos macronutrientes avaliados o K foi o que a planta mais extraiu. Com a dose máxima de N (160 kg ha^{-1}) a extração de K foi de $329,5 \text{ kg ha}^{-1}$, sendo maior que a extração de N que foi de $297,7 \text{ kg ha}^{-1}$ com a mesma dose de adubação. Entre os micronutrientes, o Fe ($6317,9 \text{ g ha}^{-1}$) e o Mn ($1100,6 \text{ g ha}^{-1}$) foram os mais acumulados pela planta.

A extração média por hectare, seguiu a ordem de extração: $K > N > Ca > P = Mg$ e para os micronutrientes a ordem foi $Fe > Mn > Zn > Cu$ (Tabela 3). A extração de N, P e Mg foram

próximas à extração de soja e feijão, sendo que os demais nutrientes a extração foi maior que nestas culturas (Pauletti, 2004).

Tabela 3. Conteúdo de nutrientes da parte aérea (extração) e nos capítulos (exportação) da camomila cv. Mandirituba, expressos em massa seca em função da aplicação de nitrogênio.

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
N aplicado	Extração por hectare								
kg ha⁻¹	kg ha⁻¹			kg ha⁻¹			g ha⁻¹		
0	41,6	7,2	73,4	15,4	6,1	1654,0	194,3	32,7	72,8
40	114,8	17,7	179,6	46,7	18,1	3339,5	471,4	85,0	205,9
80	179,9	23,1	243,3	60,8	24,8	5156,8	685,9	134,4	246,9
120	267,1	26,8	327,4	75,1	26,1	7127,3	809,4	195,9	298,8
160	297,7	26,7	329,5	72,2	25,8	6317,9	1100,6	177,8	339,1
Média	180,2	20,3	230,6	54,0	20,2	4719,1	652,3	125,2	232,7
Regressão	Q**	Q**	L**	Q**	Q**	L*	L**	L*	L**
N aplicado	Extração - tonelada de capítulos produzida⁻¹								
kg ha⁻¹	kg			kg			g		
0	50,1	8,7	88,4	18,5	7,4	1993,7	234,2	39,4	87,7
40	54,2	8,3	84,8	22,0	8,5	1576,1	222,5	40,1	97,2
80	62,9	8,1	85,1	21,2	8,7	1802,7	239,8	47,0	86,3
120	89,3	9,0	109,5	25,1	8,7	2383,3	270,6	65,5	99,9
160	86,8	7,8	96,0	21,0	7,5	1841,5	320,8	51,8	98,8
Média	68,7	8,4	92,8	21,6	8,2	1919,5	257,6	48,8	94,0
Regressão	L*	ns	ns	ns	ns	ns	Q**	ns	ns
N aplicado	Exportação - tonelada de capítulos produzida⁻¹								
kg ha⁻¹	kg			kg			g		
0	22,0	4,4	30,2	5,5	2,6	550,2	46,9	8,2	33,4
40	21,4	4,0	24,3	5,2	2,5	353,5	44,0	8,9	32,6
80	24,6	3,8	24,2	5,9	2,7	721,3	44,1	10,1	35,1
120	28,6	3,6	26,8	5,4	2,5	701,0	46,3	11,3	38,8
160	29,3	3,7	30,2	5,3	2,5	659,7	49,0	11,4	40,1
Média	25,2	3,9	27,2	5,5	2,6	597,2	46,0	10,0	36,0
Regressão	L*	Q*	ns	ns	ns	ns	ns	L**	L*
N aplicado	Teor de nutrientes no capítulo								
kg ha⁻¹	g kg⁻¹			g kg⁻¹			mg kg⁻¹		
0	22,1	4,4	29,9	5,5	2,6	558,4	46,1	8,2	33,6
40	21,4	4,0	24,3	5,2	2,4	373,8	41,1	8,7	32,4
80	24,8	3,8	24,1	6,0	2,7	777,6	44,0	10,2	35,3
120	28,6	3,7	26,1	5,4	2,6	650,1	41,8	11,2	38,9
160	29,3	3,7	30,1	5,3	2,5	677,4	49,2	11,4	40,0
Média	25,3	3,9	26,9	5,5	2,6	607,5	44,5	10,0	36,1
Regressão	L*	L*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
N aplicado	Teor de nutrientes na planta								
kg ha⁻¹	g kg⁻¹			g kg⁻¹			mg kg⁻¹		
0	13,5	2,1	28,5	6,0	2,3	687,5	91,9	14,7	25,7
40	12,6	1,7	23,4	6,8	2,7	508,0	79,2	12,5	28,0
80	14,4	1,6	22,6	5,7	2,2	415,3	71,9	13,7	19,0
120	18,5	1,6	25,0	6,0	1,9	506,5	66,6	16,5	18,4
160	20,1	1,5	24,2	5,8	1,8	396,2	99,1	14,7	21,2
Média	15,8	1,7	24,8	6,1	2,2	502,7	81,7	14,4	22,4
Regressão	L*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

** significativo a ao nível de 1% de probabilidade, * significativo a ao nível de 5% de probabilidade, ^{ns} não significativo. L – linear, Q – quadrático.

Por tonelada de capítulos secos, a extração de N e Mn e a exportação (quantidade nos capítulos) de N, Mn, Cu e Zn aumentaram com o aumento da dose de N enquanto a quantidade exportada de P diminuiu (Tabela 3). Esse aumento da exportação de N era esperado, pelo aumento da oferta pela adubação. A redução do conteúdo ou exportação de P nos capítulos, provavelmente se deve ao efeito de diluição ocasionado pelo aumento da produtividade de biomassa de capítulos. Para os micronutrientes Mn, Cu e Zn a maior exportação nos capítulos pode ser devido ao crescimento radicular proporcionado pela aplicação de N (Marschner, 2012), o que aumenta a área explorada em maior profundidade do solo.

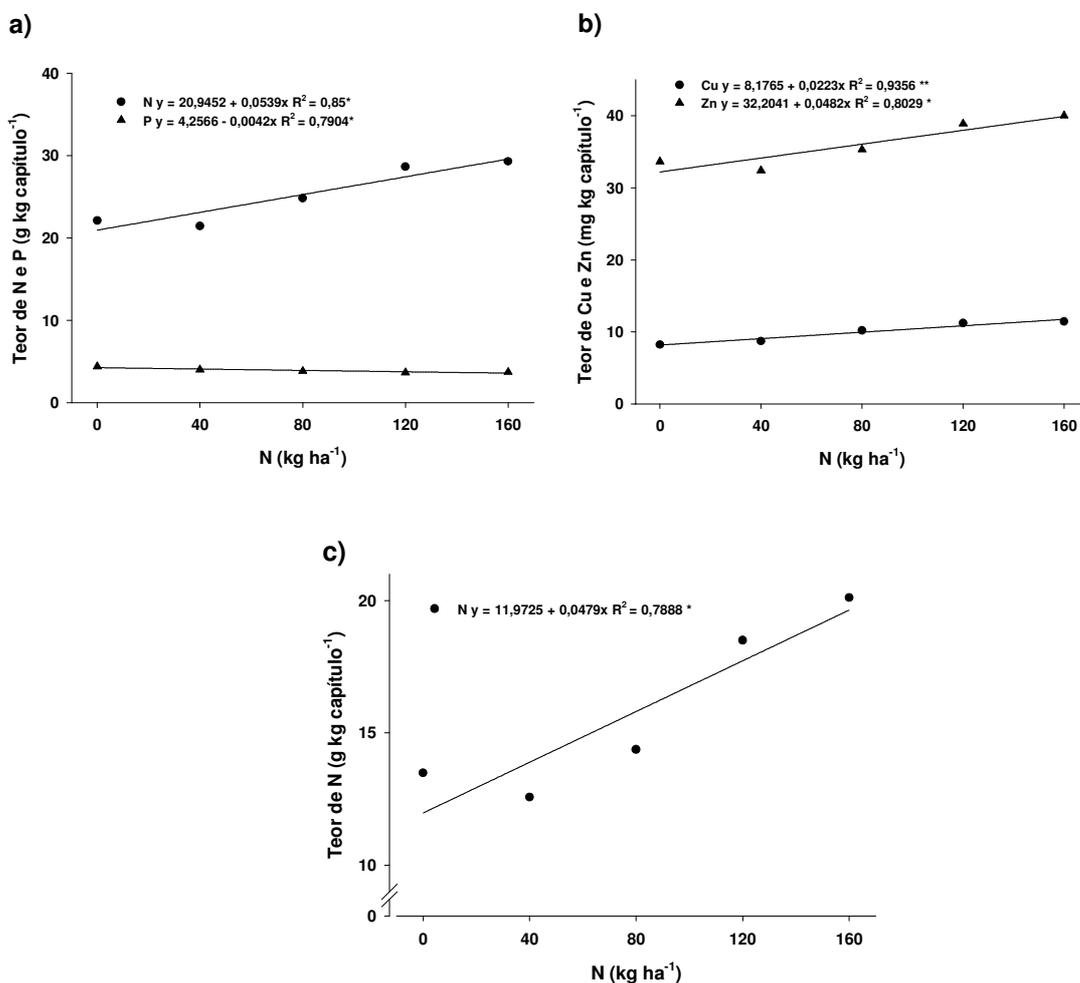


Figura 9. Teor de nutrientes na parte aérea e nos capítulos da camomila, cv. Mandirituba, em função da aplicação de nitrogênio. São José dos Pinhais, 2012. **significativo ao nível de 1% de probabilidade, * significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Os teores de Fe encontrados no presente trabalho chamam a atenção, sendo que entre os demais micronutrientes foi o mais extraído e exportado levando a crer que a planta de

camomila seja acumuladora deste nutriente. Os teores de Fe encontrados nas plantas podem variar de 10 a 1500 mg kg⁻¹, sendo valores adequados para as plantas de 50 a 100 g ha⁻¹ (Dechen & Nachtigall, 2006).

3.9 Teor de óleo essencial

O efeito da dose de N sobre o teor de óleo essencial não apresentou ajuste aos modelos de regressão, sendo em média na primeira colheita de 0,48% e de 0,23% na segunda. Segundo os dados obtidos no trabalho, na primeira colheita o teor de óleo essencial atende à exigência da Farmacopéia Brasileira para ser comercializado, que são valores acima de 0,4% de teor de óleo essencial (Borsato et al. (2008). Para a segunda colheita esses valores mínimos não foram obtidos, pois na segunda colheita a planta não produziu capítulos com a mesma qualidade. Esse fato pode ser comprovado pelos produtores ao comercializarem “capítulos de primeira” com maior valor agregado que na segunda colheita, que contêm um teor maior de óleo essencial. Apesar de não ser significativo a aplicação de N aumentou em média 4,2 e 2,1 vezes o teor de óleo essencial nos capítulos, na primeira e na segunda colheita, respectivamente (Tabela 4). Além do carbono o N é o elemento em que as plantas exigem em grandes quantidades, e sua disponibilidade é fundamental na constituição de proteínas, ácidos nucleicos, clorofila, co-enzimas, fitormônios e no metabolismo secundário das plantas (Marschner, 2012). Esses resultados do teor do óleo essencial são similares aos obtidos por outros autores para as duas colheitas neste trabalho (Ramos et al., 2004; Mapeli et al., 2005; Bertolino et al., 2006; Morais et al., 2006; Amaral et al., 2008, Amaral et al., 2012; Raal et al., 2011).

Tabela 4. Teor de óleo essencial de plantas de camomila cv. Mandirituba em função das doses de nitrogênio, na primeira e segunda colheita aos 99 e 130 dias após a semeadura, respectivamente. São José dos Pinhais, 2012.

Teor de óleo essencial		
Doses	1ª colheita	2ª colheita
kg ha ⁻¹	———— (%) ————	
0	0,17	0,12
40	0,34	0,26
80	0,72	0,28
120	0,48	0,24
160	0,72	0,25

3.10 Produtividade de óleo essencial

A variação da dose de N aumentou a produtividade de óleo somente na primeira colheita (Figura 10), que variou de 0,9 L ha⁻¹ sem a aplicação de N para 19 L ha⁻¹ na dose de 160 kg ha⁻¹ de N, representando um aumento de mais de 20 vezes. Amaral et al. (2008) também obtiveram aumento na produtividade de óleo com a aplicação de N, porém este aumento foi de 2,6 vezes. De acordo com os resultados apresentados, mesmo com uma maior produção de hastes, ramos e número de capítulos por planta na segunda colheita, o fator determinante que pode ter influenciado a maior produção de óleo somente na primeira colheita está relacionado com a morfologia dos capítulos florais e o peso dos mesmos, os quais foram maiores que na segunda colheita.

De acordo com os dados foi possível estabelecer uma correlação positiva entre a produtividade de capítulos e o teor de óleo essencial ($r=0,964$). Portanto, o aumento da produtividade do óleo essencial se deve essencialmente ao aumento da produtividade de biomassa de capítulos florais. No entanto, o aumento de biomassa de capítulos foi da ordem de 5 vezes (Figura 8), o que sugere um efeito sinérgico do efeito do N em promover aumento de biomassa e de teor de óleo nos capítulos (Tabela 4) para explicar o resultado obtido na produtividade de óleo. O aumento da biomassa provavelmente resultou em aumento do metabolismo secundário, originando maior produtividade de óleo essencial.

Como as doses de N não afetaram a produtividade de óleo essencial para a segunda colheita, para uma maior rentabilidade aos produtores de camomila, sugere-se que seja extraído óleo essencial dos capítulos da primeira colheita para a produção de cosméticos em geral e medicamentos, e que os capítulos da segunda colheita sejam comercializados in-natura para a produção de chás.

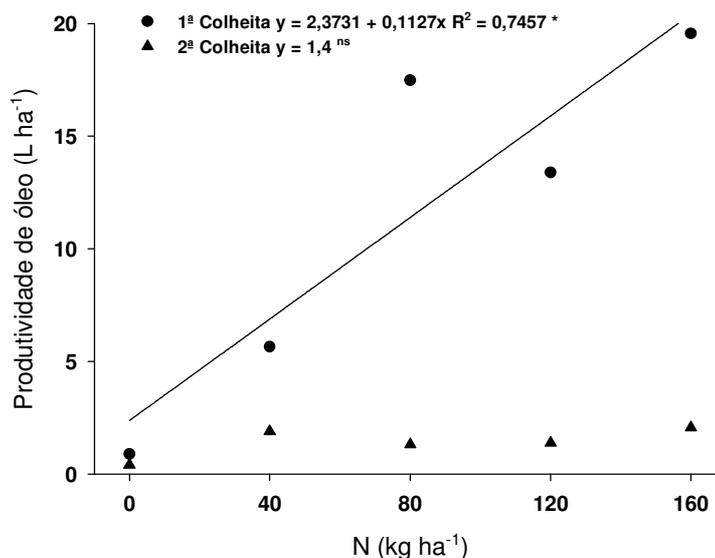


Figura 10. Produtividade de óleo (L ha⁻¹) de camomila cv. Mandirituba em função das doses de nitrogênio, na primeira e segunda colheita, aos 99 e 130 dias após a semeadura, respectivamente. São José dos Pinhais, 2012. * significativo a ao nível de 5% de probabilidade, ^{ns} não significativo.

3.11 Constituintes químicos do óleo essencial

Os principais grupos de constituintes químicos encontradas no óleo essencial são apresentados na Tabela 5. A aplicação de N não alterou significativamente as concentrações dos constituintes químicos nas duas colheitas. Na primeira colheita, houve maior predomínio na média dos compostos óxido de alfa bisabolol B, óxido de alfa bisabolol A e óxido de alfa bisabolona A, quando não houve aplicação de N. Para o constituinte α -bisabolol a dose de 120 kg N ha⁻¹ na primeira colheita foi a que proporcionou maior concentração. Os constituintes químicos encontrados no presente trabalho estão de acordo com os encontrados por outros autores em diferentes trabalhos com a camomila (Raal et al., 2003; Pirzad et al., 2006; Borsato et al., 2007; Amaral et al., 2008, Borsato et al., 2008; Mohammad et al., 2010; Raal et al., 2011; Amaral et al., 2012; Raal et al., 2012). Porém além desses constituintes alguns autores encontraram cariofileno, α -pineno e 3-careno (Borsato et al., 2007; Borsato et al., 2008; Amaral et al., 2012).

Borsato et al. (2008) ao avaliarem a extração de óleo realizada pelo método de hidrodestilação, encontraram maior predominância dos compostos sesquiterpenos, camazuleno, α -bisabolol e derivados óxidos. Segundo Raal et al. (2012) o teor de óleo essencial, terpenóides e polifenóis em chás de camomila comercial de diferentes países, é

maior para os compostos de óxido de bisabolol A, óxido de bisabolol B e α -bisabolol. Em estudos anteriores foram comprovados que os derivados óxidos encontrados nos óleos essenciais de camomila são os principais constituintes químicos (Raal et al., 2003; Raal et al., 2011).

Tabela 5. Composição do óleo essencial (%) de camomila cv. Mandirituba em função das doses de nitrogênio utilizados na primeira e segunda colheita, aos 99 e 130 dias após a semeadura.

Constituinte	1ª colheita				
	0	40	80	120	160
Derivados óxidos	54,50	50,30	51,10	48,70	52,83
α -Bisabolol	6,17	9,11	8,26	12,03	7,88
Camazuleno	6,71	7,16	6,93	6,55	6,44
Outros	22,54	21,31	23,32	22,68	22,32
TOTAL	89,91	87,87	89,60	89,96	89,47
Constituinte	2ª colheita				
	0	40	80	120	160
Derivados óxidos	47,16	47,31	51,66	47,68	52,60
α -Bisabolol	10,13	7,86	7,81	10,90	7,27
Camazuleno	5,11	5,15	4,71	5,16	4,67
Outros	17,28	22,14	23,04	24,76	24,66
TOTAL	79,67	82,46	87,21	88,49	89,20

Amaral et al. (2012) menciona que a camomila brasileira, apresenta um teor de 0,6% de óleo essencial, além de conter os valores de 1,91% de camazuleno, 16,20% de óxido de bisabolol A, 25,83% de óxido de bisabolol B e 16,05% de α -bisabolol, valores menores que os obtidos na primeira colheita. Avaliando a composição química da camomila Mandirituba, alguns autores encontraram na média 11,31% de α -bisabolol e 4,45% camazuleno (Amaral et al., 2008). Esses valores de α -bisabolol encontrados por Amaral et al. (2008), foram superiores aos encontrados nesse trabalho, com exceção da dose de 120 kg ha⁻¹, na primeira colheita, que foram superiores. Para os valores de camazuleno os dados apresentados foram superiores aos encontrados por esses autores em ambas as colheitas. Os resultados deste trabalho foram superiores para os constituintes químicos α -bisabolol e camazuleno, encontrados por Raal et al. (2011) e para alguns materiais provenientes de outros países (Raal et al., 2003).

4 CONCLUSÕES

A aplicação de N promoveu aumento da altura de plantas, aumentou em mais de quatro vezes o acúmulo de biomassa aérea e mais que triplicou a produção de capítulos de camomila.

A dose indicada de N para a maior produtividade de biomassa seca de capítulos foi de 135,11 kg ha⁻¹.

A aplicação de N aumenta a extração de nutrientes, devido ao aumento de produção de biomassa, sendo que para cada tonelada de capítulos produzida, a camomila extrai na média 92,8; 68,7; 21,6; 8,4, 8,2; 1919,5; 257,6; 94e 48,8 e exporta 27,2; 25,2; 5,5; 3,9; 2,6; 597,2; 46; 36 e 10 kg de K, N, Ca, P e Mg e g de Fe, Mn, Zn, Cu respectivamente.

A adubação nitrogenada proporcionou aumento da produtividade de óleo essencial em mais de vinte vezes, efeito observado somente na primeira colheita.

A aplicação de N não alterou as concentrações dos constituintes químicos nas duas colheitas, caracterizado pelos principais: óxido de alfa bisabolol B, óxido de alfa bisabolol A, óxido de alfa bisabolona A e camazuleno.

5 LITERATURA CITADA

AHMAD, S.; KOUKAB, S.; RAZZAQ, N.; ISLAM, M.; Rose, A. & ASLAM, M. Cultivation of *matricaria recutita* L. in highlands of Balochistan, Pakistan Journal of Agricultural Research, 24:1-4, 2011.

AMARAL, W.; DESCHAMPS, C.; FAVARETTO, N.; KOELER, H.S.; SHEER, A.P.; YAMAMOTO, C. & CÔCCO, C.L. Desenvolvimento, rendimento e composição de óleo essencial de camomila [*Chamomila recutita* (L.) Rauschert] sob adubação orgânica e mineral. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, 10:1-8, 2008.

AMARAL W; DESCHAMPS C; MACHADO MP; KOEHLER HS; SCHEER AP; COCCO L. & YAMAMOTO C. Avaliação de germoplasma de camomila e densidade de semeadura na produção e composição do óleo essencial. Horticultura brasileira, 30:195-200, 2012

BERTOLINO, A.Z.;VIEIRA, M.C.; HEREDIA Z., N.A.; TEIXEIRA, I.R. & RAMOS, M.B.M. Produção de biomassa e de óleo essencial de *Chamomilla recutita* (L.) Rauschert em função do uso de fósforo e de cama-de-frango semidecomposta. Revista de Brasileira de Plantas Mediciniais, 8:126-131, 2006.

BORSATO, A.V.; DONI-FILHO, L.; CÔCCO & AHRENS, D.C. Secagem da camomila [*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert] com cinco temperaturas do ar. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, 2: 77-85, 2005.

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] submetida à secagem à 70° C. Semina: Ciências Agrárias, 28:635-644, 2007.

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. Semina: Ciências Agrárias, 29:129-136, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília : Mapa/ACS, 2009. 399p.

CHAGAS, J.H.; PINTO, J.E.B.P.; BERTOLUCCI, S.K.V. & SANTOS, F.M. Produção de biomassa e teor de óleo essencial em função da idade e época de colheita em plantas de hortelã-japonesa. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 33:327-334, 2011.

Comissão de Química e Fertilidade do Solo – CQFSRS/SC. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10ed. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul/UFRGS, 2004. 400p.

CORRÊIA JUNIOR, C.; SCHEFFER, M.C.; BORSATO & A.V.; DRANKA, E. O cultivo da camomila [*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert], Curitiba: Emater, 2008. 44p.

COSTA, M. A. D. Processo de produção agrícola da cultura da camomila no município de Mandirituba, PR. Curitiba – 2001. 69f. Dissertação (Mestrado em agronomia) - Setor de Ciências Agrárias – Universidade Federal do Paraná.

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*, 3:49-56, 2002.

DECHEN, A.R. & NACHTIGALL, G.R. Micronutrientes. In: Nutrição mineral de plantas. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.327-354.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2.ed. Rio de Janeiro. Embrapa Solos, 2006. 306p.

IAPAR, Instituto Agrônomo do Paraná, Cartas climáticas do Paraná, disponível em <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=597>> acesso em 23/06/2012.

KAVANDI, H.; SHIRANI RAD, A.H.; MOUSAVI, S.A.; ESKANDARI ZANJANI K. & BITARAFAN, Z. Plant Density Effect on Agronomic Traits of *matricaria chamomilla* L. under Different Nutrients Foliar Application Conditions. *International Journal of Science and Advanced Technology*, 1:65-70, 2011.

MAGDZIAK, A.S. Influence of row spacing on herb yield of common chamomile (*Chamomilla recutita* (L.) Rausch.) as well as seed yield and quality. *Acta Agrobotanica*, 64:35-38, 2011.

MAPELI, N.C.; VIEIRA, M.C.; HEREDIA Z.N.A. & SIQUEIRA, J.M. Produção de biomassa e de óleo essencial dos capítulos florais da camomila em função de nitrogênio e fósforo. *Horticultura Brasileira*, 23:32-37, 2005.

MARSCHNER, H. *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*, 3 ed. London, Academic Press, 2012. 643p.

MARTINS, A.P.L. & REISSMANN, C.B. Material vegetal e as rotinas laboratoriais nos procedimentos químicos analíticos. *Scientia Agrária*, 8:1-17, 2007.

MOHAMMAD, R.; HAMID, S.; AND, A.; NORBERTD, 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*, 31:145–152, 2010.

MOHAMMAD, S.M. Study on Cammomile (*Matricaria chamomilla* L.) usage and Farming. *Advances in Environmental Biology*, 5:1446-1453, 2011.

MOHAMMADREZA, N.; MOHAMMAD, M.S.; HOUSEYN, Z. & BAHARI, B. Effects of different levels of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on some agromorphological and biochemical traits of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Journal of Medicinal Plants Research*, 6:277-283, 2012.

MORAIS, T.C.; VIEIRA, M.C.; HEREDIA Z., N.A.; TEIXEIRA, I.R. & RAMOS, M.B.M. Produção de biomassa e teor de óleos essenciais da camomila [*Chamomilla recutita* (L.) Rausschert] em função das adubações com fósforo e nitrogênio. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 8:120-125, 2006.

NÓBREGA, L. H. P; CORRÊA JUNIOR, C; RODRIGUES, T. J. D. & CARREGARI, S. M. R. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de camomila (*Matricaria recutita*). *Revista Brasileira de Sementes*, 17:137-140, 1995.

PAULETTI, V. *Nutrientes: teores e interpretações*. 2ed. Castro, PR. 2004. 86p.

PENCKOWSKI, L.H.; ZAGONEL, J. & FERNANDES, E.C. Nitrogênio e redutor de crescimento em trigo de alta produtividade. *Acta Scientiarum Agronomy Maringá*, 31:473-479, 2009.

PETROPOULOS, A.S.; DAFERERA, D.; POLISSIOU, M.G. & PASSAM, H.C. Effect of nitrogen-application rate on the biomass, concentration, and composition of essential oils in the leaves and roots of three types of parsley. *Journal Plant Nutrition Soil Science*, 172:210–215, 2009.

PIRZAD, A.; ALYARI, H.; SHAKIBA, M.R.; ZEHTAB-SALMASI, S. & MOHAMMADI, A. Essential oil content and composition of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) at different irrigation regimes. *Journal of Agronomy*, 5:451-455, 2006.

RAAL, A.; ARAK, E.; ORAV, A. & IVASK, K. Comparison of the essential oil from *Matricaria recutita* L. of different origins. *Ars Pharmaceutica*, 44:159–165, 2003.

RAAL, A.; KAUR, H.; ORAV, A.; ARAK, E.; KAILAS, T. & MÜÜRISEPP, M. Content and composition of the essential oils in some Asteraceae species. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*, 25:658–662, 2011.

RAAL, A.; ORAV, A.; PÜSSA, T.; VALNER, C.; MALMISTE, B. & ARAK, E. Content of essential oil, terpenoids and polyphenols in commercial chamomile (*Chamomilla recutita* L. Rauschert) teas from different countries. *Food Chemistry*, 131:632–638, 2012.

RAMOS, M.B.M.; VIEIRA, M.C.; HEREDIA Z., N.A.; SIQUEIRA, J.M. & ZIMINIANI, M.G. Produção de capítulos florais em função de populações de plantas e da incorporação ao solo de cama-de-aviário. *Horticultura Brasileira*, 22:566-572, 2004. SEAB/DERAL. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Departamento de Economia Rural. 2013.

SERRA, A.P.; MARCHETTI, M.E.; VIEIRA, M.C.; SILVA, M.A.G.; ROSA JUNIOR, E.J.; NASCIMENTO, J.M. & GUEDES, E.M.S. Produção de biomassa e absorção de N e P pela *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen em função de doses de N e P em condições de casa de vegetação. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 13:265-270, 2011.

SIMEPAR, Instituto Tecnológico Simepar, 2013.

SOUZA, S.R. & FERNANDES, M.S. Nitrogênio. In: *Nutrição mineral de plantas*. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 215-252.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 4 ed. Porto Alegre. Artmed, 2009. 848p.

VIEIRA, M.C.; ZÁRATE, N.A.H.; SANCHES, M.A.S. & BENDASSOLLI, M.C.N.F. Doses de nitrogênio e de cama-de-frango na produção da camomila 'Mandirituba'. *Acta Scientiarum Agronomy*, 31: 79-85, 2009.

WASICKY, R. Uma modificação do aparelho de clewenger para extração de óleos essenciais. *Revista Faculdade de farmácia e Bioquímica*, 1:77-81, 1963.

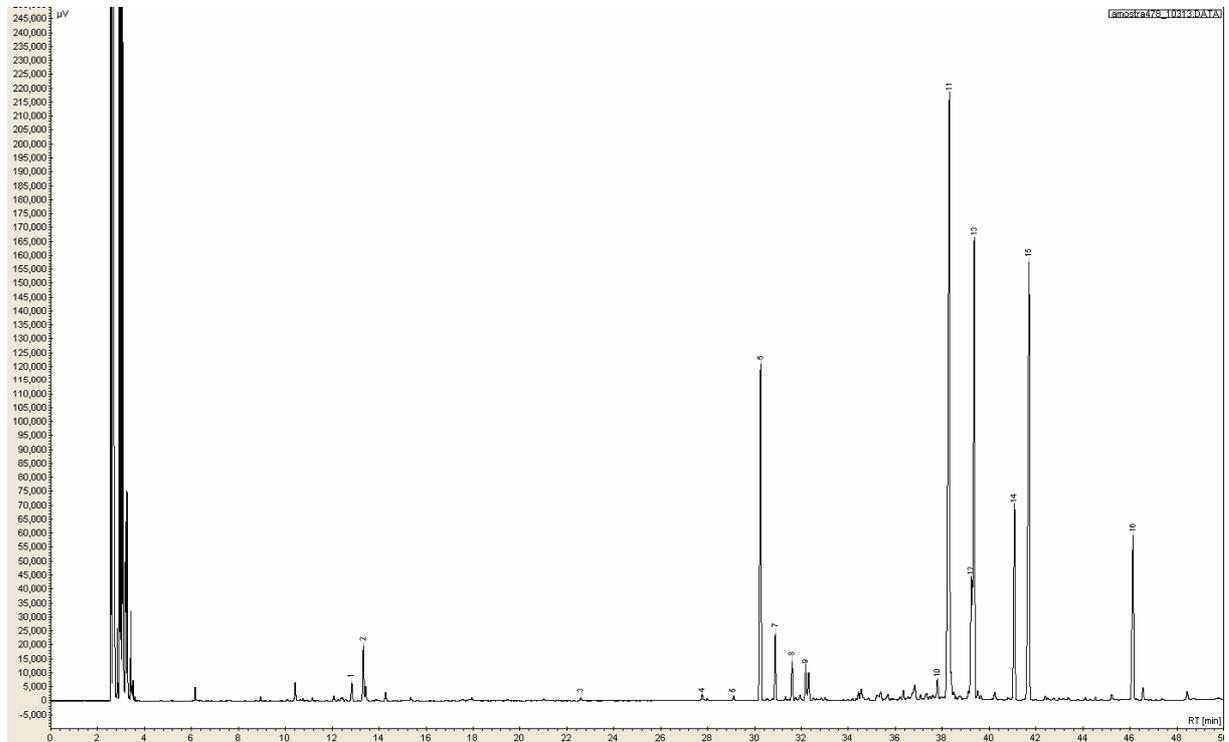
ZAGONEL, J.; VENANCIO, W.S.; KUNZ, R.P. & TANAMATI, H. Doses de nitrogênio e densidades de plantas com e sem um regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar OR-1. *Ciência Rural*, 32:25-29, 2002.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho recomenda-se que novos pesquisadores abordem em suas pesquisas o efeito do nitrogênio (N) na cultura da camomila. É necessário um estudo mais aprofundado sobre o efeito de fontes e doses de N, nas características morfológicas e na produção de óleo. Outra recomendação é que sejam realizados estudos em longo prazo pois se torna necessário testar em diferentes condições climáticas e de pluviosidade para recomendar uma adubação correta para esta cultura.

APÊNDICES

APÊNDICE 1- Perfil cromatográfico do óleo essencial de camomila obtido por meio de cromatografia gasosa.



APÊNDICE 2 – Análises de variância para atributos avaliados em plantas de camomila cv. Mandirituba em função das doses de nitrogênio, na primeira colheita, São José dos Pinhais – PR, 2012

Altura de plantas

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. linear	1	931.22500	931.22500	31.8822 **
Reg. quadra	1	138.91500	138.91500	4.7560 *
Reg. cúbica	1	4.22500	4.22500	0.1447 ns
Reg. 4º grau	1	41.50300	41.50300	1.4209 ns
Tratamentos	4	1115.86800	278.96700	9.5509 --
Blocos	3	58.35750	19.45250	0.6660 ns
Resíduo	12	350.50000	29.20833	
Total	19	1524.72550		

** significativo a ao nível de 1% de probabilidade, *significativo a ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo.

Número de hastes

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. linear	1	1.02400	1.02400	4.9648 *
Reg. quadra	1	0.77786	0.77786	3.7714 ns
Reg. cúbica	1	0.13225	0.13225	0.6412 ns
Reg. 4º grau	1	0.03889	0.03889	0.1886 ns
Tratamentos	4	1.97300	0.49325	2.3915 --
Blocos	3	1.05750	0.35250	1.7091 ns
Resíduo	12	2.47500	0.20625	
Total	19	5.50550		

** significativo a ao nível de 1% de probabilidade, *significativo a ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo.

Número de Plantas

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. linear	1	1489960.00000	1489960.00000	2.9060 ns
Reg. quadra	1	1028716.07143	1028716.07143	2.0064 ns
Reg. cúbica	1	1929405.62500	1929405.62500	3.7631 ns
Reg. 4º grau	1	1684075.80357	1684075.80357	3.2846 ns
Tratamentos	4	6132157.50000	1533039.37500	2.9900 --
Blocos	3	3418773.75000	1139591.25000	2.2226 ns
Resíduo	12	6152682.50000	512723.54167	
Total	19	15703613.75000		

** significativo a ao nível de 1% de probabilidade, *significativo a ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo.

Número de ramos

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. linear	1	5.18400	5.18400	15.5093 **
Reg. quadra	1	0.48286	0.48286	1.4446 ns
Reg. cúbica	1	1.52100	1.52100	4.5505 ns
Reg. 4º grau	1	0.58514	0.58514	1.7506 ns
Tratamentos	4	7.77300	1.94325	5.8138 --
Blocos	3	2.08150	0.69383	2.0758 ns
Resíduo	12	4.01100	0.33425	
Total	19	13.86550		

** significativo a ao nível de 1% de probabilidade, *significativo a ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo.

Massa seca de plantas

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. linear	1	406999341.2250	406999341.225	21.3452 **
Reg. quadra	1	74883375.87500	74883375.8750	3.9273 ns
Reg. cúbica	1	730620.90000	730620.90000	0.0383 ns
Reg. 4º grau	1	361872.70000	361872.70000	0.0190 ns
Tratamentos	4	482975210.7000	120743802.675	6.3325 --
Blocos	3	44610447.75000	14870149.2500	0.7799 ns
Resíduo	12	228809444.5000	19067453.7083	
Total	19	756395102.9500		

** significativo a ao nível de 1% de probabilidade, *significativo a ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo.

Número de capítulos

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. linear	1	309.69225	309.69225	14.4656 **
Reg. quadra	1	102.87161	102.87161	4.8051 *
Reg. cúbica	1	23.40900	23.40900	1.0934 ns
Reg. 4º grau	1	0.32914	0.32914	0.0154 ns
Tratamentos	4	436.30200	109.07550	5.0949 --
Blocos	3	98.71400	32.90467	1.5370 ns
Resíduo	12	256.90600	21.40883	
Total	19	791.92200		

** significativo a ao nível de 1% de probabilidade, *significativo a ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo.

Altura de capítulos

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. linear	1	0.44100	0.44100	1.5238 ns
Reg. quadra	1	0.07143	0.07143	0.2468 ns
Reg. cúbica	1	0.21025	0.21025	0.7265 ns
Reg. 4º grau	1	0.00432	0.00432	0.0149 ns
Tratamentos	4	0.72700	0.18175	0.6280 --
Blocos	3	4.16950	1.38983	4.8022 *
Resíduo	12	3.47300	0.28942	
Total	19	8.36950		

** significativo a ao nível de 1% de probabilidade, *significativo a ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo.

Diâmetro de capítulos

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. linear	1	0.08100	0.08100	0.6079 ns
Reg. quadra	1	0.28571	0.28571	2.1442 ns
Reg. cúbica	1	0.21025	0.21025	1.5779 ns
Reg. 4º grau	1	0.00004	0.00004	0.0003 *
Tratamentos	4	0.57700	0.14425	1.0826 --
Blocos	3	1.34600	0.44867	3.3671 ns
Resíduo	12	1.59900	0.13325	
Total	19	3.52200		

** significativo a ao nível de 1% de probabilidade, *significativo a ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo.

Massa verde de capítulos

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. linear	1	11947583.02500	11947583.02500	30.8732 **
Reg. quadra	1	2369417.16071	2369417.16071	6.1227 *
Reg. cúbica	1	12180.10000	12180.10000	0.0315 ns
Reg. 4º grau	1	49476.01429	49476.01429	0.1278 ns
Tratamentos	4	14378656.30000	3594664.07500	9.2888 --
Blocos	3	104459.35000	34819.78333	0.0900 ns
Resíduo	12	4643864.90000	386988.74167	
Total	19	19126980.55000		

** significativo a ao nível de 1% de probabilidade, *significativo a ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo.

Massa seca de capítulos

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. linear	1	10543182.40000	10543182.40000	23.5889 **
Reg. quadra	1	1768612.57143	1768612.57143	3.9570 ns
Reg. cúbica	1	6325.22500	6325.22500	0.0142 ns
Reg. 4º grau	1	232300.80357	232300.80357	0.5197 ns
Tratamentos	4	12550421.00000	3137605.25000	7.0200 --
Blocos	3	109688.15000	36562.71667	0.0818 ns
Resíduo	12	5363458.60000	446954.88333	
Total	19	18023567.75000		

** significativo a ao nível de 1% de probabilidade, *significativo a ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo.

Teor de óleo essencial

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. linear	1	0.62250	0.62250	18.5854 **
Reg. quadra	1	0.06514	0.06514	1.9450 ns
Reg. cúbica	1	0.02862	0.02862	0.8546 ns
Reg. 4º grau	1	0.21896	0.21896	6.5373 *
Tratamentos	4	0.93523	0.23381	6.9805 --
Blocos	3	0.12132	0.04044	1.2074 ns
Resíduo	12	0.40193	0.03349	
Total	19	1.45848		

** significativo a ao nível de 1% de probabilidade, *significativo a ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo.

Produtividade de óleo essencial

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. linear	1	815.40900	815.40900	11.9928 **
Reg. quadra	1	50.16071	50.16071	0.7378 ns
Reg. cúbica	1	4.09600	4.09600	0.0602 ns
Reg. 4º grau	1	138.32229	138.32229	2.0344 ns
Tratamentos	4	1007.98800	251.99700	3.7063 --
Blocos	3	92.55400	30.85133	0.4538 ns
Resíduo	12	815.89600	67.99133	
Total	19	1916.43800		

** significativo a ao nível de 1% de probabilidade, *significativo a ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo.

APÊNDICE 3 – Análises de variância para atributos avaliados em plantas de camomila cv. Mandirituba em função das doses de nitrogênio, na segunda colheita, São José dos Pinhais – PR, 2012

Altura de Plantas

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. linear	1	248.50225	248.50225	3.7498 ns
Reg. quadra	1	65.79446	65.79446	0.9928 ns
Reg. cúbica	1	48.62025	48.62025	0.7337 ns
Reg. 4º grau	1	8.61004	8.61004	0.1299 ns
Tratamentos	4	371.52700	92.88175	1.4015 --
Blocos	3	24.46800	8.15600	0.1231 ns
Resíduo	12	795.25700	66.27142	
Total	19	1191.25200		

** significativo a ao nível de 1% de probabilidade, *significativo a ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo.

Número de hastes

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. linear	1	3.36400	3.36400	8.9967 *
Reg. quadra	1	0.18286	0.18286	0.4890 ns
Reg. cúbica	1	0.12100	0.12100	0.3236 ns
Reg. 4º grau	1	0.00914	0.00914	0.0245 ns
Tratamentos	4	3.67700	0.91925	2.4584 --
Blocos	3	0.93800	0.31267	0.8362 ns
Resíduo	12	4.48700	0.37392	
Total	19	9.10200		

** significativo a ao nível de 1% de probabilidade, *significativo a ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo.

Número de ramos

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. linear	1	0.03025	0.03025	0.0663 ns
Reg. quadra	1	0.58018	0.58018	1.2721 ns
Reg. cúbica	1	0.00100	0.00100	0.0022 ns
Reg. 4º grau	1	1.51557	1.51557	3.3230 ns
Tratamentos	4	2.12700	0.53175	1.1659 --
Blocos	3	1.76950	0.58983	1.2933 ns
Resíduo	12	5.47300	0.45608	
Total	19	9.36950		

** significativo a ao nível de 1% de probabilidade, *significativo a ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo.

Massa seca de plantas

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. linear	1	53800802.50000	53800802.5000	42.8233 **
Reg. quadra	1	2979905.78571	2979905.78571	2.3719 ns
Reg. cúbica	1	759002.50000	759002.50000	0.6041 ns
Reg. 4º grau	1	65484.01429	65484.01429	0.0521 ns
Tratamentos	4	57605194.80000	14401298.7000	11.4629 --
Blocos	3	517092.20000	172364.06667	0.1372 ns
Resíduo	12	15076126.80000	1256343.90000	
Total	19	73198413.80000		

** significativo a ao nível de 1% de probabilidade, *significativo a ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo.

Número de capítulos

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. linear	1	1024.14400	1024.14400	42.9184 **
Reg. quadra	1	209.83143	209.83143	8.7933 *
Reg. cúbica	1	83.52100	83.52100	3.5001 ns
Reg. 4º grau	1	6.42057	6.42057	0.2691 ns
Tratamentos	4	1323.91700	330.97925	13.8702 --
Blocos	3	319.86150	106.62050	4.4681 *
Resíduo	12	286.35100	23.86258	
Total	19	1930.12950		

** significativo a ao nível de 1% de probabilidade, *significativo a ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo.

Altura de capítulos

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. linear	1	0.81225	0.81225	2.6903 ns
Reg. quadra	1	0.54018	0.54018	1.7892 ns
Reg. cúbica	1	0.00400	0.00400	0.0132 ns
Reg. 4º grau	1	0.66057	0.66057	2.1879 ns
Tratamentos	4	2.01700	0.50425	1.6702 --
Blocos	3	0.84200	0.28067	0.9296 ns
Resíduo	12	3.62300	0.30192	
Total	19	6.48200		

** significativo a ao nível de 1% de probabilidade, *significativo a ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo.

Diâmetro de capítulos

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. linear	1	0.72900	0.72900	5.3472 *
Reg. quadra	1	0.97786	0.97786	7.1725 *
Reg. cúbica	1	0.07225	0.07225	0.5300 ns
Reg. 4º grau	1	0.40889	0.40889	2.9992 ns
Tratamentos	4	2.18800	0.54700	4.0122 --
Blocos	3	0.23400	0.07800	0.5721 ns
Resíduo	12	1.63600	0.13633	
Total	19	4.05800		

** significativo a ao nível de 1% de probabilidade, *significativo a ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo.

Massa verde de capítulos

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. linear	1	2140450.22500	2140450.22500	43.1319 **
Reg. quadra	1	598.01786	598.01786	0.0121 ns
Reg. cúbica	1	247118.40000	247118.40000	4.9796 *
Reg. 4º grau	1	96497.15714	96497.15714	1.9445 ns
Tratamentos	4	2484663.80000	621165.95000	12.5170 --
Blocos	3	70584.55000	23528.18333	0.4741 ns
Resíduo	12	595508.20000	49625.68333	
Total	19	3150756.55000		

** significativo a ao nível de 1% de probabilidade, *significativo a ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo.

Massa seca de capítulos

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. linear	1	353628.02500	353628.02500	8.5908 *
Reg. quadra	1	9078.01786	9078.01786	0.2205 ns
Reg. cúbica	1	215062.22500	215062.22500	5.2246 *
Reg. 4º grau	1	60417.03214	60417.03214	1.4677 ns
Tratamentos	4	638185.30000	159546.32500	3.8759 --
Blocos	3	28320.55000	9440.18333	0.2293 ns
Resíduo	12	493960.70000	41163.39167	
Total	19	1160466.55000		

** significativo a ao nível de 1% de probabilidade, *significativo a ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo.

Teor de óleo essencial

FV	GL	SQ	QM	F	
Reg. linear	1	0.02209	0.02209	4.4944	ns
Reg. quadra	1	0.03018	0.03018	6.1401	*
Reg. cúbica	1	0.01122	0.01122	2.2833	ns
Reg. 4º grau	1	0.00013	0.00013	0.0262	ns
Tratamentos	4	0.06362	0.01591	3.2360	--
Blocos	3	0.00652	0.00217	0.4422	ns
Resíduo	12	0.05898	0.00492		
Total	19	0.12912			

** significativo a ao nível de 1% de probabilidade, *significativo a ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo.

Produtividade de óleo essencial

FV	GL	SQ	QM	F	
Reg. linear	1	3.13600	3.13600	4.6299	ns
Reg. quadra	1	0.28571	0.28571	0.4218	ns
Reg. cúbica	1	2.80900	2.80900	4.1471	ns
Reg. 4º grau	1	0.49729	0.49729	0.7342	ns
Tratamentos	4	6.72800	1.68200	2.4833	--
Blocos	3	0.32200	0.10733	0.1585	ns
Resíduo	12	8.12800	0.67733		
Total	19	15.17800			

RESUMO BIOGRÁFICO

Rodrigo Weiss da Silva, filho de Antonio C. Cadena da Silva e Vera Aparecida Weiss, nasceu em 14 de janeiro de 1981, em Curitiba - PR.

Viveu a infância na cidade, mas durante as férias ficava no sítio do tio avô, quando despertou para o mundo da agricultura. cursou o ensino fundamental (1ª a 8ª série) na Escola Estadual Marechal Cândido Rondon, e o ensino médio na Escola Estadual Professor Guido Straube, ambos em Curitiba - PR.

Em 2002 ingressou no curso de Agronomia da Universidade Federal do Paraná – “UFPR”, graduando-se no ano de 2008. De fevereiro de 2011 a abril de 2013, realizou o Curso de Mestrado em Ciência do Solo, na área de Propriedades e Processos Biogeoquímicos nos Ecossistemas, sob orientação do Prof. Volnei Pauletti, no Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal do Paraná – “UFPR”.

Em janeiro de 2012 iniciou os trabalhos na área de olericultura na empresa CDA Agrícola, fazendo parte do Departamento de Desenvolvimento de Produtos e Mercado, atuando na nutrição de novas variedades de hortaliças no cinturão verde de Curitiba – PR.