

RENAN DA CRUZ

**CURVA DE ACÚMULO DE NUTRIENTES EM DOIS CULTIVARES DE ALFACE
CRESPA**

Botucatu

2019

RENAN DA CRUZ

**CURVA DE ACÚMULO DE NUTRIENTES EM DOIS CULTIVARES DE ALFACE
CRESPA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Horticultura.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Bôas

Coorientador: Aniello Antonio Cutolo Filho

Botucatu

2019

C957c Cruz, Renan da
Curva de acúmulo de nutrientes em dois cultivares de alface
crespa / Renan da Cruz. -- Botucatu, 2019
57 p. : tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
(Unesp), Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu
Orientador: Roberto Lyra Villas Bôas
Coorientador: Aniello Cutolo Filho

1. Alface. 2. Adubação. 3. Nutrição. 4. Macronutrientes. 5.
Micronutrientes. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da
Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: "CURVA DE ACÚMULO DE NUTRIENTES EM DOIS CULTIVARES DE ALFACE CRESPA"

AUTOR: RENAN DA CRUZ

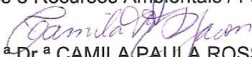
ORIENTADOR: ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (HORTICULTURA), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS

Solos e Recursos Ambientais / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu

Prof.^a Dr.^a CAMILA PAULA ROSSETTO PESCATORI JACÓN

Pós-Doutoranda no Departamento de Solos e Recursos Ambientais / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu

Prof.^a Dr.^a NATÁLIA DE BRITO LIMA LANNA

Agronomia / FAEF - Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal

Botucatu, 05 de setembro de 2019.

Aos meus amados pais,
Glanir e Claudi,
por todo suporte.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por me permitir ter condições de conduzir o experimento, e me dar a experiência de viver.

Aos meus pais Ilanir e Claudi, que durante todo esse período estiveram ao meu lado me dando todo suporte necessário, principalmente nas horas mais difíceis, sem eles eu nada seria. Obrigado por me ajudarem a realizar meus sonhos, sempre me incentivando e dando conselhos.

A mina namorada Maria Eugênia, por estar ao meu lado nos momentos mais difíceis, e nunca ter me deixado abaixar a cabeça, dando conselhos e ajudando tanto fisicamente como emocionalmente.

A todos meus amigos que se mantiveram ao meu lado nesse período me apoiando e ajudando, especialmente à Lucas Almeida (Preá), Douglas, Príncilla, Luis Fagian, Ricardo Miyajima, Humberto, Sayuri, Raira e Amanda. Agradeço a todos estagiários do Prof. Lyra pela ajuda no decorrer do experimento, principalmente ao Caio, Jéssica, Vinicius e Thiago.

Ao meu orientador o Professor Dr. Roberto Lyra Villas Bôas, por ter me dado norte para conduzir o experimento, me passar conhecimento, criar em mim o senso crítico e me fazer ser curioso.

Ao meu coorientador Dr. Aniello Antonio Cutolo Filho por ter me ajudado, ter me passado conhecimento e ter me proporcionado experiências incríveis quando fui seu estagiário na Sakata Seed Sudamerica Ltda.

A Sakata Seed Sudamerica Ltda, principalmente ao setor de melhoramento 5, responsável pelo melhoramento de alface, principalmente ao Reginaldo, Celso, Felipe, Marcão e Romulo Kabori.

Aos funcionários do Departamento de Ciências do Solo e Recursos Ambientais da Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu – FCA/UNESP.

As amizades realizadas nesses anos de UNESP/FCA.

Aos Professores que proporcionaram ganho de conhecimento.

Ao conselho do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Horticultura pela oportunidade me dada para cursar o mestrado.

O trabalho teve como apoio a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

RESUMO

Com o desenvolvimento de novos materiais genéticos para atender o mercado, empresas privadas, públicas e outras organizações lançam no mercado anualmente genéticas novas de cultivares de alface, com novas resistências a doenças, novas adaptações climáticas, ciclos de crescimento diferentes e exigências nutricionais diferentes. Sendo assim, é necessário o desenvolvimento de pesquisas sobre nutrição mineral desses novos materiais genéticos, fornecendo ferramentas para o produtor poder fazer um programa de adubação mais eficiente. O objetivo do projeto foi determinar a curva de acúmulo de nutrientes de dois materiais genéticos de alface crespa, uma de ciclo precoce (Valentina) e uma de ciclo tardio (Isadora), em condições de campo. O projeto foi desenvolvido em parceria com a empresa Sakata Seed Sudamerica Ltda que forneceu o material genético. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com 7 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos consistiram de 7 épocas de avaliação, considerando os dias de coletas como tratamentos (0; 7; 14; 21; 28; 35; 42). As plantas amostradas periodicamente a cada 7 dias foram analisadas quanto aos parâmetros biométricos e ao teor de macro e micronutrientes durante 42 dias. Com base nesses teores e na massa seca, foi calculada a quantidade de nutrientes acumulado pelas plantas de alface, e foram geradas as curvas de acúmulo de nutrientes de cada cultivar. A cultivar Valentina apresentou maior demanda de nutrientes em relação a cultivar Isadora, o potássio foi o nutriente mais acumulado pelas plantas de alface. A ordem decrescente do acúmulo dos nutrientes foi K>N>Ca>P>Mg>S>Fe>Zn>B>Mn>Cu.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L. Nutrição Mineral. Adubação Eficiente.

ABSTRACT

With the development of new genetic materials to serve the market, private, public and other organizations are launching new genetic lettuce cultivars annually, with new disease resistance, new climate adaptations, different growth cycles and different nutritional requirements. Therefore, it is necessary to develop research on mineral nutrition of these new genetic materials, providing tools for the farmer to make a more efficient fertilizer program. The objective of the project was to determine the nutrient accumulation curve of two curly lettuce genetic materials, one early cycle (Valentina) and one late cycle (Isadora) in field conditions. The project was developed in partnership with the Sakata Seed Sudamerica Ltda Company, which provide the genetic material. The experimental design was randomized blocks with 7 treatments and 4 replications. The treatments consisted of 7 evaluation times, considering the collection days as treatments (0; 7; 14; 21; 28; 35; 42). Plants sampled periodically every 7 days, were analyzed for biometric parameters and macro and micronutrient content for 42 days. Based on these contents and dry mass, the amount of nutrients accumulated by lettuce plants was calculated, and the nutrient accumulation curves of each cultivar were generated. The cultivar Valentina presented higher nutrient demand than Isadora cultivar, potassium was the most accumulated nutrient in lettuce plants. The decreasing order of nutrient accumulation was $K > N > Ca > P > Mg > S > Fe > Zn > B > Mn > Cu$.

Key words: *Lactuca sativa* L. Mineral nutrition. Efficient fertilization.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	A cultura da alface	17
2.2	Nutrição mineral da alface	19
2.3	Curva de acúmulo de nutrientes	21
2.4	Índice de cor verde	22
3	MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1	Localização e caracterização da área experimental	23
3.2	Delineamento experimental	24
3.3	Descrição dos materiais genéticos	24
3.4	Preparo da área	25
3.5	Adubação de plantio e cobertura	26
3.6	Construção dos canteiros	26
3.7	Irrigação	27
3.8	Produção das mudas e transplante no campo	28
3.9	Tratos culturais	29
3.10	Avaliações	29
3.10.1	Comprimento de raiz, parte aérea, diâmetro e número de folhas	30
3.10.2	Massa de matéria fresca e seca	31
3.10.3	Área foliar	31
3.10.4	Índice de cor verde (ICV)	31
3.10.5	Teor e acúmulo de nutrientes	31
3.11	Análise estatística	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1	Diâmetro, comprimento de parte aérea e raiz, número de folhas e área foliar	33
4.2	Massa de matéria fresca e seca de raiz e parte aérea	36
4.3	Índice de cor verde (ICV)	39
4.4	Acúmulo de nutrientes nas plantas de alface	39
4.5	Porcentagem de absorção dos nutrientes	50
5	CONCLUSÕES	53
	REFERÊNCIAS	54

1 INTRODUÇÃO

A alface é a olerícola folhosa de maior importância econômica e social no Brasil, na sua maior parte é produzida por agricultura familiar. As áreas de produção se situam próximas aos grandes centros por ser uma planta muito perecível. Seu crescimento é rápido, variando seu ciclo para comércio entre 30 a 45 dias, dependendo do material genético e das condições ambientais.

Por possuir um ciclo rápido para o comércio de folhas, a adubação deve ser fornecida de forma adequada para garantir seu máximo desenvolvimento, pois se a aplicação do fertilizante for realizada com menor demanda da cultura, ocorrerá a deficiência nutricional, e aplicação em excesso acarretará na salinidade do solo, um problema comum nas áreas de produção de olerícolas.

O parcelamento da adubação é uma prática utilizada para evitar a salinização e perda de fertilizantes, com isso, conhecer a necessidade nutricional da planta nos diferentes estádios fenológicos é essencial para garantir a nutrição adequada. Uma maneira de se conhecer essa necessidade nutricional é através das curvas de acúmulo de nutrientes pelas plantas. Essas curvas têm por finalidade determinar a quantidade absorvida de nutrientes pela planta em cada estágio fenológico, assim, na definição das quantidades e épocas para aplicação dos nutrientes. Tal conhecimento permite fazer uso eficiente dos fertilizantes, não aplicando em excesso (salinidade do solo) ou falta (deficiência nutricional) (VILLAS BÔAS *et al.*, 2001). Com o mercado de sementes em constante evolução, a cada ano surgem novos materiais genéticos, carentes de estudos sobre sua nutrição, com isto são necessários trabalhos para determinar curvas de acúmulo de nutrientes anualmente.

Outro ponto a destacar, é o preço dos fertilizantes, que com o aumento do dólar tiveram um acréscimo no seu preço dentro do mercado brasileiro. De acordo com o Instituto de Economia Agrícola (IEA), constatou aumento de 8,6% no preço do fertilizante superfostato simples entre 2018 e 2019, para o fertilizante cloreto de potássio, a alta foi de 8,1% entre maio de 2018 e maio de 2019, o calcário dolomítico, um dos corretivos de solo mais utilizados na agricultura, sofreu um aumento de 39,7% entre março de 2018 e março de 2019 (FORMIGONI 2019). Com isto, proporcionar o fornecimento de nutrientes para a planta via fertilizante, de modo mais eficiente, também significa economia para o produtor.

Diante desse contexto, o presente trabalho teve por objetivo determinar a curva de acúmulo de nutrientes de duas cultivares de alface do grupo crespa, uma de ciclo precoce e uma de ciclo tardio, visando observar se há um comportamento diferente entre elas quanto à absorção de nutrientes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura da alface

A alface (*Lactuca sativa* L.) originária da região do mediterrâneo, é uma planta herbácea, delicada, com caule diminuto, ao qual se prendem as folhas, estas são amplas e crescem em roseta, em volta do caule, podendo ser lisa ou crespa, formando ou não uma “cabeça”, com coloração de várias formas, desde o verde claro, até um roxo intenso, o sistema radicular é do tipo pivotante, porém muito ramificado e superficial, explorando apenas os primeiros 25 centímetros de solo, quando a cultura é transplantada em plantios diretos, a raiz principal do sistema pivotante, pode atingir até 60 centímetros de profundidade (FILGUERA, 2007). Quando a planta atinge seu grau de maturidade o caule se alonga e inicia-se a fase reprodutiva, a inflorescência é do tipo capítulo, cada capítulo possui em torno de doze a vinte floretes (RYDER, 2007).

Ao ser consumida *in natura*, a alface apresenta a seguinte composição média por 100 gramas de matéria fresca: água – 94%; valor energético – 18 kcal; proteína – 1,3g; carboidratos totais- 3,5g; fibra – 0,7g; cálcio – 68mg; fósforo – 25mg; ferro – 1,4mg; potássio – 264mg; vitamina A – 1.900 Unidades Internacionais; tiamina – 0,05mg; riboflavina 0,08mg; niacina – 0,4mg; vitamina C – 18mg; portanto é uma boa fonte de vitaminas e sais minerais, destacando seu alto teor de vitamina A. De fácil digestão e pouco valor calórico é recomendado nas dietas, é considerado calmante natural, além de possuir propriedades laxativas e depurativas (YURI, 2000; KATAYAMA, 1993; SGARBIERI, 1987).

É uma folhosa utilizada na alimentação humana à muitos. Relatos mostram que isso ocorre desde 500 a.C. aproximadamente, e seu consumo se espalhou da região mediterrânea, especificamente do Leste Mediterrâneo para o resto da Europa devido ao Império Romano (SILVA, 2005). Após difundir-se pela França, Inglaterra e toda Europa, mostrando-se tratar de uma cultura muito popular e de uso extensivo, mais tarde chegou ao continente americano trazida pelos colonizadores por volta do século XV e no Brasil há relatos do início do seu cultivo em 1967 (RYDER; WHITAKER, 1976; SILVA, 2005).

A alface é considerada a olerícola folhosa mais importante do Brasil, devido ao seu preço acessível e boa aceitação da população, assim assegurando uma grande

importância econômica no cenário hortícola brasileiro. Em 2011 o Brasil teve uma produção total de 1.276 milhão de toneladas desta hortaliça. São Paulo é o estado com maior expressividade na produção dessa cultura com área plantada de 10.508 hectares em 2012, produzindo 207.060 toneladas. Em 2013 a área plantada de alface foi de 10.500,95 hectares aproximadamente e seu consumo médio ficou em torno de 3,0 kg/per capita ano⁻¹, ocupando a 6ª posição na ordem das hortaliças mais consumidas (IEA, 2013). Em 2015 a área plantada de alface foi de 11,1 mil hectares plantados mostrando um aumento em relação aos anos anteriores. Em 2017 a comercialização de alface no CEAGESP de São Paulo registrou o volume de 52.272 toneladas de alface comercializadas, sendo o mês de março o mês com maior volume 5.125 toneladas e o mês de julho o mês com menor volume, registrando 3.622 toneladas. Do total comercializado em 2017, 23.503 toneladas foram de alface do grupo das crespas, com média de preço comercializado em R\$2,31. O custo total de produção em 2017 ficou em R\$13.244 /ha com receita de R\$27.408 /ha e resultado de R\$14.164 /ha (dados referentes ao estado de São Paulo) de acordo com o AGRIANUAL (2018).

É uma cultura altamente exigente em água, portanto as irrigações devem ser frequentes e abundantes. Devido à ampla área foliar e à elevada evapotranspiração, bem como ao sistema radicular delicado e superficial, e à elevada capacidade produtiva, a irrigação por aspersão é muito utilizada, pois o custo é mais baixo em relação ao gotejo e por ser implantada muito próxima aos grandes centros, as plantas ficam submetidas a altas temperaturas, visto que, a temperatura na primavera/verão são muito elevadas nessas regiões, necessitando que além de fornecer água nas raízes a aspersão faz com que exista uma diminuição da temperatura perto das plantas, evitando que elas queimem ou murchem (FILGUERA, 2007).

As cultivares de alface disponíveis no mercado brasileiro, podem ser agrupadas em cinco tipos morfológicos principais, com base na formação de cabeça e tipo de folhas: repolhuda lisa, repolhuda crespa ou americana, solta lisa, crespa e romana (HENZ, SUINAGA, 2009). A preferência nacional é pelo tipo repolhuda lisa, porém, nos últimos anos as áreas de produção de alface do tipo solta crespa aumentou significativamente (ECHER *et al.*, 2001).

A alface é muito exigente quanto às condições climáticas, disponibilidade de água e de nutrientes, para que durante seu ciclo ocorra um rápido incremento de

matéria de massa fresca, temperaturas entre 15°C e 20°C são ideais para a produção, sendo que o melhor desenvolvimento ocorre em temperaturas diurnas variando entre 18 e 25°C e temperaturas noturnas ocorrendo entre 12 e 16°C, temperaturas elevadas e falta de água acarretam no mau desenvolvimento da planta (YURI, 2000; RYDER, 2007).

O ciclo de desenvolvimento ocorre em duas fases distintas a fase vegetativa, com interesse comercial para consumo *in natura* e a fase reprodutiva onde ocorre a diferenciação floral. A fase vegetativa consiste em até 45 dias após o transplante, depois dos 45 dias começa a fase reprodutiva, onde a planta irá pendoar e produzir suas flores. Para que a planta inicie o pendoamento, o principal fator é a alta temperatura associada com dias longos e a genética da cultivar (SALA; NASCIMENTO, 2014).

Para o cultivo de hortaliças o método de preparo do solo é o encanteiramento, confeccionado previamente para a plantação da cultura. Com esse método a adubação e irrigação, ficam restritos aos 20 primeiros centímetros de solo. Em alguns casos os canteiros são cobertos com polietileno (mulching) a fim de se diminuir a perda de água para a atmosfera, reduzir riscos de erosão e de lixiviação de nutrientes, favorecendo um melhor desenvolvimento radicular e controle de plantas espontâneas (BOGIANI *et al.*, 2008; KLAR; 2002; MEDEIROS *et al.*, 2007; MONTEIRO *et al.*, 2008).

2.2 Nutrição mineral da alface

Solos de textura média com boa capacidade de retenção hídrica e matéria orgânica são mais adequados para a cultura, visto que grande parte de sua massa é proveniente de água. A faixa de pH do solo para o plantio fica em torno de 6,0 a 6,8 como mais indicada para o cultivo. Outra prática necessária é elevar a saturação de bases para 70% para que ocorra melhor desenvolvimento da planta (FILGUERA, 2007).

As hortaliças diferenciam-se nas exigências nutricionais e no padrão de absorção durante o crescimento. Em geral, a absorção de nitrogênio, fósforo e potássio segue a mesma tendência que a taxa de acúmulo de biomassa da cultura. As hortaliças folhosas, como a alface, apresentam lenta absorção de nutrientes durante a primeira metade do ciclo de cultivo, sendo que o índice de absorção de

nutrientes acelera-se próximo à colheita (KANO *et al.*, 2011; PAPADOPOULOS, 1999).

As maiores respostas de produtividade se dão às aplicações de nitrogênio e fósforo, sendo que potássio não aumenta produtividade. O cálcio tem papel fundamental no ciclo produtivo da alface, pois o maior distúrbio fisiológico que ocorre na cultura é o *Tip burn*, problema decorrente a falta de cálcio que acarreta na morte de tecidos apicais, causando necrose nos bordos foliar das folhas mais novas. Por ser uma cultura de ciclo rápido e sistema radicular curto e superficial, a adubação deve fornecer nutrientes de pronta assimilação (FILGUERA 2007). Condições que favorecem o crescimento acelerado da alface, como exposição a maior incidência de luz, altas temperaturas, fotoperíodos mais longos e excesso de adubação nitrogenada podem acentuar esses problema de *Tip burn* (GAUDREAU *et al.*, 1994).

É uma cultura de ciclo rápido em um curto período, porém crescimento inicial é lento até os 15 dias, quando, então o ganho de massa fresca e seca é acentuado até o momento da colheita. Mesmo absorvendo quantias pequenas de nutrientes comparadas a outras culturas, seu desenvolvimento é rápido tornando-a mais exigentes em nutrientes no período certo. Quando existe a falta de determinado nutriente o decréscimo da produtividade é nítido (ZAMBOM, 1982).

Devido à alface ser basicamente folhas, a cultura responde bem a adubação nitrogenada, este nutriente que requer um manejo adequado devido a facilidade de ocorrer perdas e pelo motivo da planta absorver maior quantia deste na sua fase final do ciclo, sendo que sua deficiência retarda o desenvolvimento inicial da planta (ALMEIDA *et al.*, 2011). As doses adequadas de nitrogênio favorecem o crescimento vegetativo, o acúmulo de massa e o aumento de área foliar, porém o excesso pode acarretar em diversos problemas, entre os quais perda de qualidade do produto e menor tempo de armazenamento (MALAVOLTA, 2006; FILGUERA 2007).

Estudos mostraram que diferente da maioria das plantas, a alface exige mais potássio que qualquer outro nutriente, Kano *et al.* (2011) observou que a alface acumulou em seu ciclo até a fase reprodutiva, um total de 2,3 mg de potássio por planta seguido do nitrogênio com 1,2 mg por planta. Granjeiro *et al.* (2006) ao estudar o acúmulo de nutrientes em três cultivares de alface no semiárido viu que o nutriente mais exigido pela cultura foi o potássio seguido do nitrogênio, fósforo, magnésio e cálcio respectivamente. Embora o potássio não faça parte de compostos orgânicos, ele está diretamente ligado no controle osmótico, abertura e fechamento

estomático, fotossíntese, transporte de carboidratos, síntese de proteínas entre outros (MARSCHENER, 2005).

Segundo Agapito et al. (1997), ao estudar o acúmulo de nutrientes em quatro cultivares de alface, observaram que a maior absorção de nitrogênio se deu na quarta semana após o transplante para todas cultivares. Já para fósforo, cálcio e magnésio a sexta semana foi a que ocorreu a maior absorção, e a ordem de absorção de nutrientes foi de potássio > nitrogênio > fósforo > cálcio > magnésio para macro nutrientes, já para micros a ordem foi de ferro > manganês > zinco > cobre, com a absorção máxima dando-se na quinta semana após o transplante.

2.3 Curva de acúmulo de nutrientes

O conhecimento da quantidade de nutrientes acumulada nas plantas é uma importante ferramenta na estratégia para determinar as quantidades e necessidades de uma adubação eficiente e econômica (VITTI *et al.*, 1994; RAIJ *et al.*, 1996).

O uso de curvas de acúmulo de nutrientes para as diversas espécies de hortaliças mostra-se como uma boa indicação da necessidade de nutrientes em cada etapa de desenvolvimento da planta, porém essas informações são bastante limitadas. É necessário ter consciência de que as curvas de absorção mostram o que a planta necessita e não o que deve ser aplicado, visto que a eficiência de absorção é influenciada por diversos fatores, como clima, solo, irrigação e manejo do solo, contudo essas curvas auxiliam na adubação, principalmente em relação a quantia de nutriente a ser aplicada em um estágio fisiológico específico (VILLAS BÔAS *et al.*, 2001).

Curvas de acúmulo de nutrientes se mostram uma boa indicação da necessidade de nutrientes de uma cultura em cada etapa do seu desenvolvimento, apresentando o valor de nutrientes absorvidos, auxiliando assim o estabelecimento de um programa de adubação, facilitando o fracionamento da aplicação de fertilizantes, no entanto as mesmas não devem ser utilizadas isoladamente, pois outros fatores interferem e devem ser levados em consideração, como irrigação, clima, material genético, manejo e tipo de solo (GRANJEIRO *et al.*, 2006).

Cada espécie de planta absorve uma quantidade diferente de nutriente em relação à outra, porém cerca de 5% desses nutrientes minerais estão presentes na matéria seca de modo geral. Em cada estágio fenológico, a demanda nutricional é

diferente, dando destaque para a floração e frutificação (VITTI *et al.*, 1994; RAIJ *et al.*, 1996).

2.4 Índice de cor verde

O índice de cor verde é uma ferramenta que pode ser utilizada para correlacionar o teor de clorofila nas folhas das plantas com a concentração de nitrogênio que a planta possui. Essa correlação se deve ao fato de que 50% a 70% do N total nas folhas ser integrante de enzimas que estão associadas ao cloroplasto (CHAMPMAN & BARRETO, 1997; WOOD *et al.*, 1993).

A principal molécula que o nitrogênio faz parte na planta é a molécula de clorofila (MALAVOLTA *et al.*, 1997).

Ao tentar correlacionar o ICV com teores de clorofila e teores de N, Martins *et al.* (2010), viu que o ICV é um bom indicador de como está o nível de clorofila e concentração de N nas plantas.

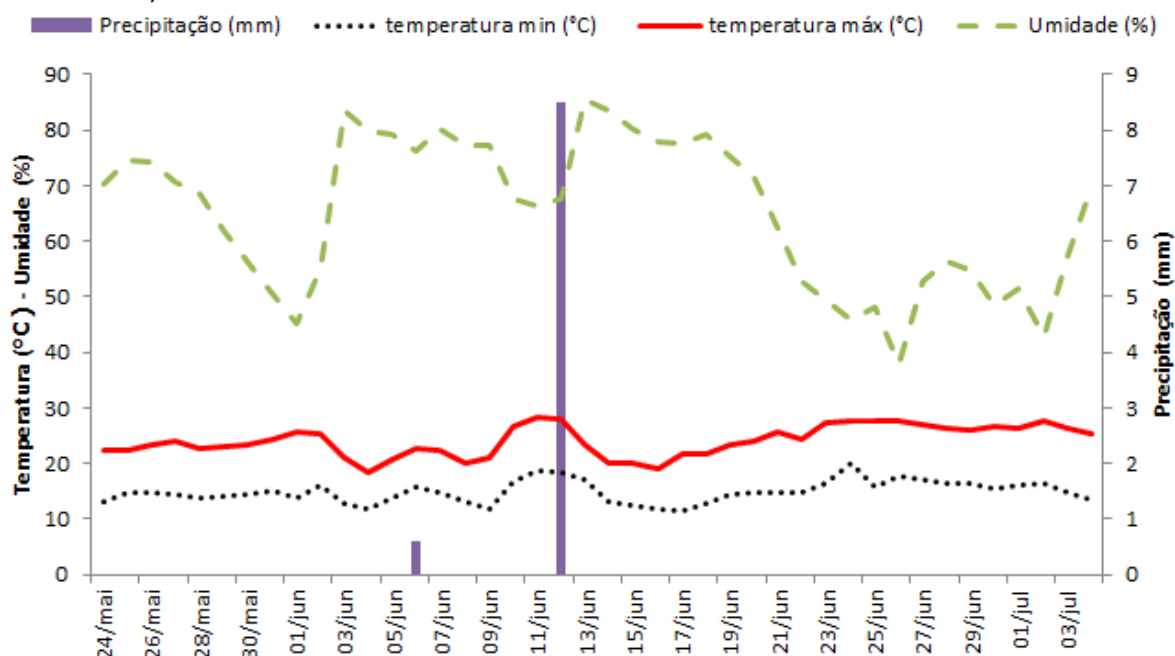
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em campo aberto no Departamento de Solos e Recursos Ambientais da Faculdade de Ciências Agronômicas – FCA, UNESP, em Botucatu – SP, entre os dias 24 de maio e 4 de julho de 2018. As coordenadas geográficas do local são: -22.8904 de Latitude sul, e -48.4553 22° 53' 25" de Longitude, 48° 27' 19" Oeste, altitude – 828 metros, clima - subtropical úmido de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger: (Cfa).

Os dados climatológicos referentes ao período de condução do experimento são apresentados no gráfico 1. Durante o período do experimento, o clima foi favorável ao cultivo da alface, a temperatura máxima não foi superior aos 32°C, que pode prejudicar o desenvolvimento da cultura. A pouca precipitação, também foi fator importante durante o experimento, com isso o fornecimento de água pôde ser controlado, fornecendo o necessário.

Gráfico 1 - Dados climatológicos da área durante o experimento: maio a julho. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2018



3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com 7 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos pelas épocas de coleta das plantas (0; 7; 14; 21; 28; 35 e 42 dias após o transplante) (Quadro 1).

. O número de plantas amostradas variou com a época de coleta para se obter a quantidade de massa de matéria seca necessária para determinação dos nutrientes em laboratório (Quadro 1.), considerando a separação das plantas em parte aérea (folha + caule) e raiz.

Quadro 1 - Descrição dos tratamentos e suas respectivas datas de coleta. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2018

Tratamentos	Época da Avaliação	Nº de Plantas Amostradas
1	0 DAT	20 plantas
2	7 DAT	15 plantas
3	14 DAT	15 plantas
4	21 DAT	12 plantas
5	28 DAT	8 plantas
6	35 DAT	4 plantas
7	42 DAT	4 plantas

DAT = Dias após transplante

As coletas de plantas foram realizadas da extremidade para o centro do canteiro, deixando 6 plantas de bordadura entre uma coleta e outra.

3.3 Descrição dos materiais genéricos

As duas cultivares utilizadas na realização do experimento foram a cultivar Valentina, de ciclo precoce, e a cultivar Isadora, de ciclo tardio, ambos materiais cedidos pela Sakata Seed Sudamerica Ltda.

A cultivar Valentina apresenta como característica alto nível de resistência ao vírus LMV-II, míldio raças 1 a 16, 21 e 23, são plantas de porte grande, com folhas largas e compridas de coloração verde brilhante. Possui alto nível de resistência a queima dos bordos foliares, conhecido como *tip burn* (deficiência de cálcio). Com ciclo médio total de 55 dias, é considerado um material genético de ciclo precoce, que proporciona a vantagem de menor custo de manutenção das plantas no campo.

Outra vantagem é a facilidade de comercialização devido a sua cor brilhante e plantas grandes.

A cultivar Isadora apresenta como característica alto nível de resistência as raças 1 a 16, 21 e 23 de míldio e ao pendoamento precoce. São plantas de porte grande com folhas largas com alta crespicidade e verde brilhante. Moderado nível de resistência à queima dos bordos, *tip burn* (deficiência de cálcio). Com ciclo médio total de 63 dias, é considerado um material genético de ciclo tardio. Como vantagem possibilita a flexibilidade na colheita pois as plantas mantêm o padrão comercial por mais tempo. Facilidade de comercialização devido a qualidade visual das plantas, mantendo o aspecto de fresco por mais tempo.

3.4 Preparo da área

Com base no resultado da análise química e física do solo (Quadros 2 e 3, respectivamente), iniciou-se o preparo da área com aração e gradagem. A área delimitada para a realização do experimento foi de 22m x 7m totalizando 154m².

Foi realizada a calagem em área total 40 dias antes do transplante das mudas. O objetivo foi elevar a saturação por base do solo para 80% (RAIJ *et al.*, 1996). Utilizou-se calcário dolomítico com PRNT 80%, aplicando-se quantidade equivalente à dosagem de 2,15t ha⁻¹ de calcário na área total. A aplicação foi realizada com auxílio de uma calcareadeira, em seguida foi realizada a incorporação a 20 cm de profundidade com a utilização de uma grade.

Quadro 2 - Resultado da análise química de solo da área experimental. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2018

pH	M.O.	Presina	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³	-----			mmol/dm ³		-----			-----		mg/dm ³	-----		
4,7	11	21	1	26	1,2	11	3	15	40	37	13	0,35	2,0	62	3,8	1,5

Quadro 3 - Resultado da análise física de solo da área experimental. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2018

Areia			Argila	Silte	Textura do Solo
Grossa	Fina	Total			
447	294	-----	(g/kg)	-----	
		741	202	57	Média

3.5 Adubação de plantio e cobertura

A adubação de plantio foi realizada quatro dias antes do transplante das mudas, aplicando-se 30kg ha^{-1} de N na forma de ureia, 400kg ha^{-1} de P_2O_5 aplicando 60% como termofosfato Yoorin Master1 e 40% como superfosfato simples e 50kg ha^{-1} de K_2O , na forma de KCl em área total.

Os fertilizantes fornecidos foram incorporados ao solo utilizando uma grade leve.

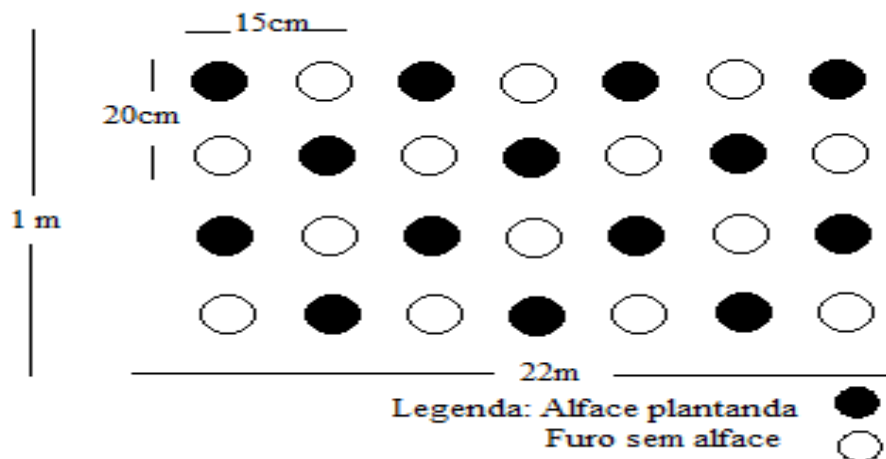
Foram realizadas duas adubações de cobertura aos 15 e 30 dias após o transplante (DAT), utilizando a quantia de 30 kg ha^{-1} de N (nitrato de cálcio) e 50kg ha^{-1} de K_2O (KCl) em cada adubação em cobertura. Tanto adubação de plantio como adubação de cobertura, foram realizadas de acordo com a análise química de solo e com a recomendação de *Raij et al.* (1996).

Essas adubações de cobertura foram realizadas manualmente aplicando-se os fertilizantes nos furos do mulching que não continham plantas (Figura 1).

3.6 Construção dos canteiros

Após a preparação da área, esta foi dividida em 4 canteiros de $22\text{m} \times 1\text{m}$, contendo 4 fileiras de plantas, espaçadas de acordo com a Figura 2. Os canteiros foram preparados com auxílio de um rotoencanteirador de altura de 20 cm. Sobre os canteiros foram colocados duas fitas de gotejadores com emissores espaçados de 15 cm. Estas fitas ficaram posicionadas entre as duas fileiras de plantas. Em seguida estes canteiros foram cobertos com mulching de dupla face (preto e branco) com a face branca voltada para cima. O mulching foi furado no espaçamento de 20 cm por 15 cm, porém as plantas foram transplantadas no espaçamento de 40 cm por 30 cm, ficando metade dos furos sem plantas (Figura 1). Esse espaçamento foi utilizado para que as plantas pudessem mostrar maior potencial sem competição entre as plantas por nutrientes e água.

Figura 1 - Croqui dos canteiros. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2018



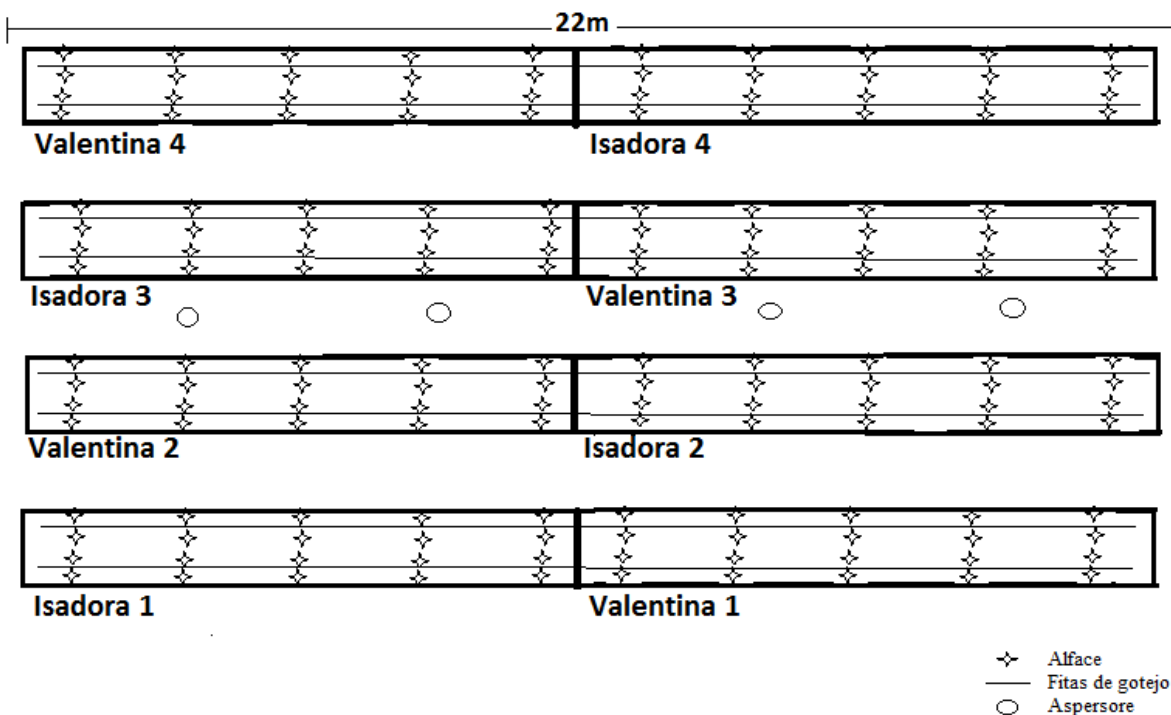
3.7 Irrigação

As fitas gotejadoras foram responsáveis pelo fornecimento de água, realizado com base nos tensiômetros instalados na área (10 por canteiro). A aferição dos tensiômetros era feita diariamente e a média dos valores era usada como referência para irrigação. Cada fita gotejadora possuía emissores espaçados em 15cm com vazão de $1,8\text{L hora}^{-1}$ que eram acionados por 15 minutos no período da manhã e 15 minutos no período da tarde.

Na área do experimento foram também instalados quatro aspersores Agropolo NY 30, distribuídos entre os canteiros 2 e 3 com vazão entre $2,17$ à $3,26\text{ m}^3\text{ hora}^{-1}$, espaçados de 5 em 5 metros entre eles, sendo o primeiro instalado à 5 metros do início dos canteiros, com área de irrigação de cada um de 113 m^2 . Na Figura 2 é observada a disposição das fitas gotejadoras e dos aspersores.

Os aspersores tiveram a finalidade diminuir a temperatura próxima ao mulching evitando o murchamento das plantas, sendo ligados em média 10 minutos nos horários mais quentes do dia.

Figura 2 - Croqui da área experimental. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2018



3.8 Produção das mudas e transplante no campo

As sementes das cultivares Valentina (ciclo precoce) e Isadora (ciclo tardio) foram semeadas dia 20 de abril de 2018 em bandejas de poliestireno de 188 células. O substrato utilizado foi o Carolina Soil II® composto por turfa sphagnum (90%) e vermiculita (10%). Depois de semeadas, as bandejas foram conduzidas até uma estrutura metálica coberta por plástico e com as laterais fechadas com tela antiafídica e tela de sombreamento aluminizada que era utilizada nas horas mais quentes do dia.

As mudas foram transplantadas para o campo no dia 24 de maio de 2018, 32 dias após a semeadura, de forma manual no espaçamento de acordo com a Figura 1 formando quatro fileiras por canteiro como é observado na foto 1.

Foto 1 - Disposição das plantas de alface no canteiro. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2018



Fonte: Rena da Cruz

3.9 Tratos culturais

Para o controle de plantas invasoras foi utilizado o método de capina manual. Quanto ao controle de pragas e doenças não foi necessário aplicação de nenhum defensivo agrícola, pois não ocorreram problemas.

3.10 Avaliações

Antes da coleta das plantas em cada uma das épocas avaliadas, foram analisados o diâmetro de cabeça e índice de cor verde (ICV).

Para a coleta, o mulching foi rasgado próximo a planta, com auxílio de uma pá de jardim foi escavado em volta da planta, cuidadosamente, para evitar a menor perda de raízes. Em seguida esta planta, com torrão de terra junto as suas raízes foi colocada em um balde com água, para evitar desidratação. Depois de retiradas do campo, as plantas foram lavadas com água corrente, sobre uma peneira, para a retirada do excesso de terra.

Após a retirada do excesso de terra, as plantas foram levadas para laboratório de análise de plantas do Departamento de Solos e Recursos Ambientais da

Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP de Botucatu-SP, onde seu sistema radicular foi lavado em água corrente com auxílio de uma peneira, a fim de evitar perda de raiz. Após lavagem as plantas foram divididas em parte aérea (PA) e raiz. Posteriormente foram realizadas as avaliações de comprimento da parte aérea e raiz, número de folhas, área foliar e determinação da massa de matéria fresca e seca para parte aérea e raiz.

Após a secagem foi avaliada a massa de matéria seca da parte aérea e raiz. O material vegetal foi moído e submetido à análise química no laboratório do Departamento de Solos e Recursos Ambientais da FCA/UNESP.

3.10.1 Comprimento de raiz, parte aérea, diâmetro e número de folhas

A medição do diâmetro foi realizada em campo para preservar a estrutura da planta, foi utilizada uma trena graduada em cm, posicionando sua extremidade numa das bordas da planta e esticando-a até a borda oposta da planta (Foto 2).

Foto 2 - Medição do diâmetro de cabeça de alface. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2018



Com auxílio de uma régua graduada em cm o comprimento da raiz foi mensurado do início das raízes até a extremidade da raiz mais longínqua. Para medição do comprimento de parte aérea foi utilizado o mesmo método, medindo-se da inserção da primeira folha até o ápice da última folha. O número de folhas foi contado de modo manual desfolhando as plantas para facilitar a contagem.

3.10.2 Massa de matéria fresca e seca

As plantas coletadas foram separadas em parte aérea (PA) e raízes. A massa de matéria fresca (MMF) foi determinada com auxílio de uma balança analítica de precisão 0,01 g, a massa de matéria seca (MMS) da parte aérea e raiz foi obtida após secagem em estufa a $65^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, durante 72 horas, até atingir massa constante. Em seguida, foram pesadas em uma balança de precisão 0,01g.

3.10.3 Área foliar

A área foliar foi determinada a partir da separação das folhas que foram submetidas ao aparelho Area Meter LI-3100. O equipamento utiliza uma esteira transparente, onde as folhas são inseridas e, com auxílio de luz artificial e um jogo de espelhos que reflete a luz, ocorre a projeção da sombra da folha contida na esteira. Assim é determinada a área de sombreamento, que corresponde a área da folha, o resultado é obtido em cm^2 .

3.10.4 Índice de cor verde (ICV)

Com o auxílio do aparelho SPAD 502 Plus (Soil Plant Analysis Development), medidor de cor verde, foi determinado o índice de cor verde, que permite avaliar o teor de clorofila nas plantas de modo não destrutivo com valores muito próximos aos obtidos em laboratório.

3.10.5 Teor e acúmulo de nutrientes

As plantas separadas em parte aérea e raiz foram lavadas em água destilada e detergente para a retirada de impurezas e depois foram enxaguadas em água deionizada. Após esse processo as plantas foram secas com papel absorvente e pesadas para a determinação da massa fresca. Posteriormente foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa de circulação forçada de ar com temperatura de 65°C até a massa ficar constante.

Com os materiais vegetais secos, estes foram pesados para determinar a massa seca e em seguida foram moídos em moinho do tipo Willey, posteriormente enviados

ao laboratório para serem analisados quimicamente quanto aos teores de macro e micro nutrientes seguindo a metodologia descrita por Malavolta (1997). Baseado no teor de nutrientes determinado no laboratório e na matéria seca foi calculado o acúmulo de macro e micro nutrientes na parte aérea e nas raízes. O acúmulo foi dado pela soma dos valores obtidos da parte aérea mais raiz através da equação descrita abaixo:

$$\text{Acúmulo (g/planta)} = \frac{\text{teor (g.kg}^{-1}\text{)} \times \text{MS planta (g)}}{1000} \quad (1)$$

Onde MS é a massa seca das plantas de alface.

3.11 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de regressão com o auxílio do software SIGMA PLOT 10.0, a fim de verificar o efeito dos dias de coleta no acúmulo dos nutrientes e nas características biométricas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Diâmetro, comprimento de parte aérea e raiz, número de folhas e área foliar

Nos quadros 4 e 5 são apresentados os resultados de diâmetro de cabeça, comprimento de raiz e parte aérea, número de folhas, área foliar e índice de cor verde, para as cultivares Valentina e Isadora respectivamente.

Quadro 4 - Resultado das variáveis diâmetro de cabeça (cm), comprimento de raiz (cm), comprimento de parte aérea (cm), número de folhas, área foliar (cm²) e índice de cor verde (ICV) para a cultivar Valentina. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2018

Valentina						
DAT	Diâmetro cabeça (cm)	Comprimento de raiz (cm)	Comprimento de PA (cm)	Número de folhas	Área foliar (cm²)	ICV
0	10	6	12	4	102	11
7	14	7	13	6	141	16
14	23	11	14	10	451	22
21	27	13	15	14	1205	22
28	36	14	16	19	2821	23
35	41	16	20	34	6333	24
42	48	18	25	44	10615	23

DAT: dias após o transplante; ICV: índice de cor verde; PA = parte aérea.

Quadro 4 - Resultado das variáveis diâmetro de cabeça (cm), comprimento de raiz (cm), comprimento de parte aérea (cm), número de folhas, área foliar (cm²) e índice de cor verde (ICV) para a cultivar Isadora. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2018

Isadora						
DAT	Diâmetro cabeça (cm)	Comprimento de raiz (cm)	Comprimento de PA (cm)	Número de folhas	Área foliar (cm²)	ICV
0	13	6	12	4	94	13
7	15	8	13	5	137	16
14	20	11	13	8	467	21
21	24	12	14	11	1044	20
28	31	17	17	14	1847	22
35	36	17	19	23	4459	22
42	43	18	23	32	8310	23

DAT = dias após o transplante; ICV = índice de cor verde; PA = parte aérea.

Verifica-se que houve maior aumento do diâmetro dia 21 para o dia 28 para a cultivar Valentina e o mesmo foi observado para a cultivar Isadora. Kano *et al.* (2011) e Granjeiro *et al.* (2006) também observaram maior crescimento nesse período, que corresponde a quarta semana após o transplante. Também foi observado que nesse período o material genético do tipo precoce (Valentina)

começa a se desenvolver mais aceleradamente que o material genético do tipo tardio. O gráfico 2A mostra a curva de crescimento do diâmetro ao longo do ciclo.

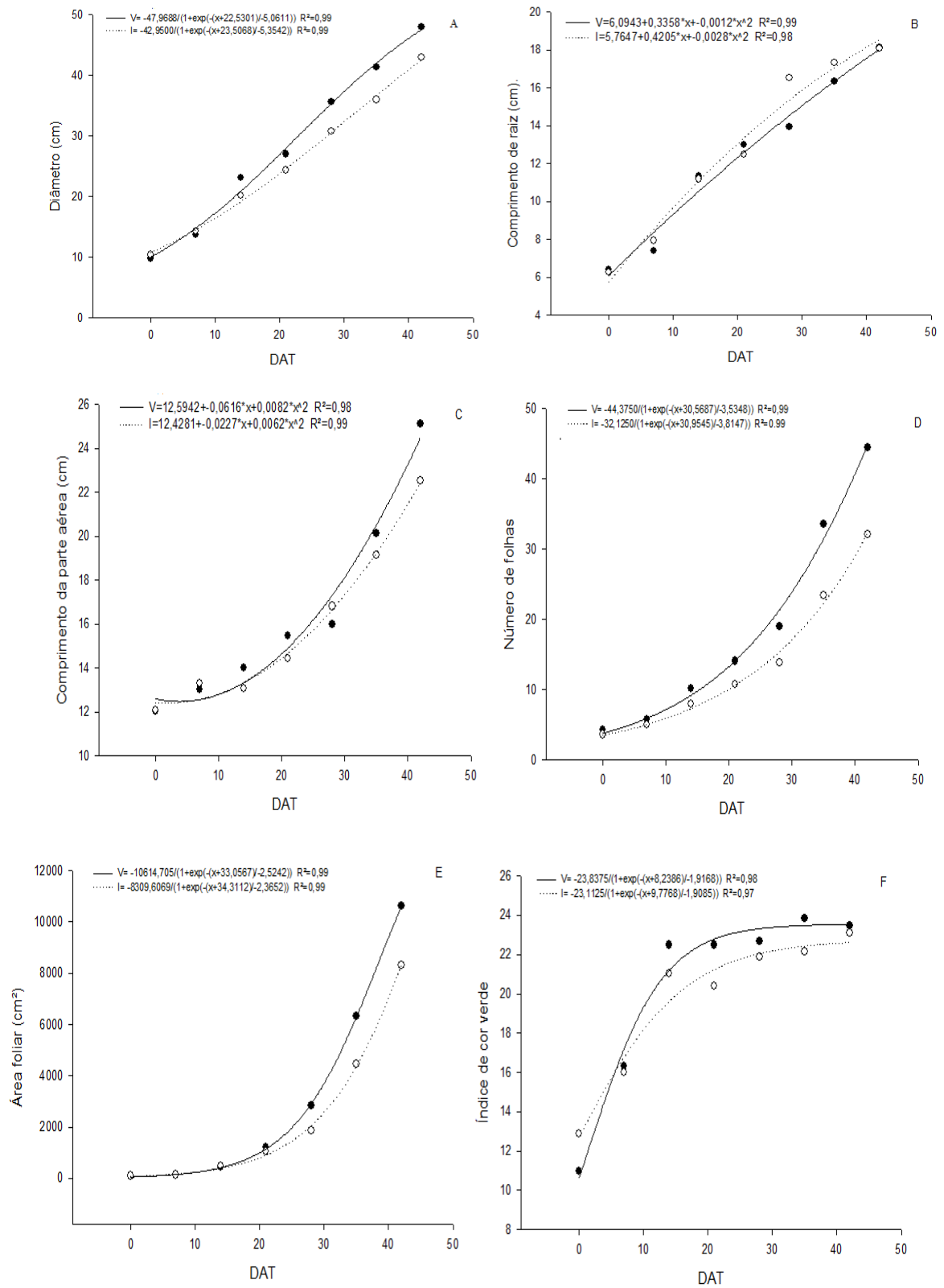
No gráfico 2 são apresentadas as curvas referentes ao diâmetro de cabeça, comprimento de raiz, comprimento da parte aérea, número de folhas, área foliar e índice de cor verde (ICV). Observa-se que as curvas de comprimento de parte aérea, número de folhas e área foliar, começam a crescer de maneira lenta até os 21 DAT. Após esse período, o crescimento é acelerado.

A cultivar Valentina e a cultivar Isadora (Quadro 4 e 5, respectivamente) apresentaram crescimento de raiz semelhante a um crescimento linear, durante o período avaliado. O comprimento da raiz, no último dia de coleta, chegou no comprimento máximo de 18 cm, tanto para a cultivar Valentina como para a cultivar Isadora, portanto, esse resultado concorda com Filguera (2000) e Bogiani (2008) que recomendam o preparo do solo correto nos 20 cm de profundidade.

Para o comprimento da parte aérea, também foi observado que, na última semana houve o maior incremento dessa variável para ambos os materiais genéticos. Na última coleta pode-se observar que o crescimento da parte aérea da cultivar Valentina (Quadro 4) obteve um valor maior que o da cultivar Isadora (Quadro 5) como pode-se observar no Gráfico 2C.

Quanto ao número de folhas, o período em que houve um maior aumento foi a partir do dia 28, onde a cultivar Valentina (Quadro 4) e a cultivar Isadora (Quadro 5) tiveram crescimento de 57% no número de folhas. Esse crescimento dos dois materiais é importante nessa fase, pois o interesse comercial da alface está ligado ao número de folhas. Aos 42 dias a cultivar Valentina apresentou maior quantidade de folhas que a cultivar Isadora como mostra os Quadros 4 e 5. Talvez esse fato da cultivar Valentina possuir maior quantidade de folhas em relação a cultivar Isadora, em relação à mesma época de colheita, esteja relacionado à sua genética, que faz seu ciclo ser precoce de acordo com a classificação da Empresa SAKATA.

Gráfico 2 - Curvas do diâmetro (A), comprimento de raiz (B), comprimento de parte aérea (C), número de folhas (D), área foliar (E) e índice de cor verde (F) ao longo do ciclo, para as cultivares Valentina e Isadora (DAT = dias após o transplante). FCA/UNESP. Botucatu, 2018



Por possuir maior número de folhas, a cultivar Valentina, consequentemente, também obteve maiores valores para a variável área foliar, com mais de 10 mil cm² de área foliar, como é observado no Quadro 4. A cultivar Isadora apresentou área foliar de pouco mais de 8 mil cm², como é observado na Quadro 5. O crescimento da área foliar dos materiais genéticos cresceu de acordo com o tempo. Quanto mais tempo no campo, maior área foliar foi observada (Gráfico 2E).

4.2 Massa de matéria fresca e seca de raiz e parte aérea

A massa de matéria fresca das raízes das plantas de alface acompanhou o desenvolvimento das plantas como mostra o Gráfico 3B. A MMF da raiz aumentou de acordo com o crescimento das raízes. Isso ocorreu tanto para a cultivar Valentina como para a cultivar Isadora.

Nos Quadros 6 e 7 são apresentadas as curvas referentes à massa de matéria fresca de parte aérea e raiz, e massa de matéria seca da parte aérea e raiz, para as cultivares Valentina e Isadora. Observa-se que a partir dos 28 DAT, o acúmulo de matéria fresca e seca da parte aérea, tem um aumento, acompanhando o crescimento da área foliar e número de folhas (Gráfico 3D e 3E).

Quadro 6 - Resultado das variáveis massa de matéria fresca da parte aérea (PA), massa de matéria fresca de raiz, massa de matéria seca de parte aérea (PA) e massa de matéria seca de raiz para a cultivar Valentina (g/planta). FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2018.

DAT	Valentina			
	MMF (g/planta)		MMS (g/planta)	
	PA	Raiz	PA	Raiz
0	3,41	0,58	0,18	0,03
7	6,38	1,29	0,47	0,06
14	31,22	2,27	1,61	0,15
21	97,72	5,50	4,85	0,43
28	274,73	11,12	12,30	0,94
35	565,06	15,79	23,28	1,39
42	1143,67	28,10	53,38	3,10

DAT = dias após o transplante; MMF = massa de matéria fresca; MMS = massa de matéria seca; PA = parte aérea.

Quadro 7 - Resultado das variáveis massa de matéria fresca da parte aérea (PA), massa de matéria fresca de raiz, massa de matéria seca de parte aérea (PA) e massa de matéria seca de raiz para a cultivar Isadora (g/planta). FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2018.

DAT	Isadora			
	MMF (g/planta)		MMS (g/planta)	
	PA	Raiz	PA	Raiz
0	2,93	0,50	0,16	0,03
7	6,36	1,76	0,46	0,09
14	28,82	2,83	1,43	0,17
21	82,25	4,63	3,42	0,31
28	221,79	10,39	8,97	0,74
35	469,06	15,56	18,57	1,28
42	871,46	28,02	35,22	2,74

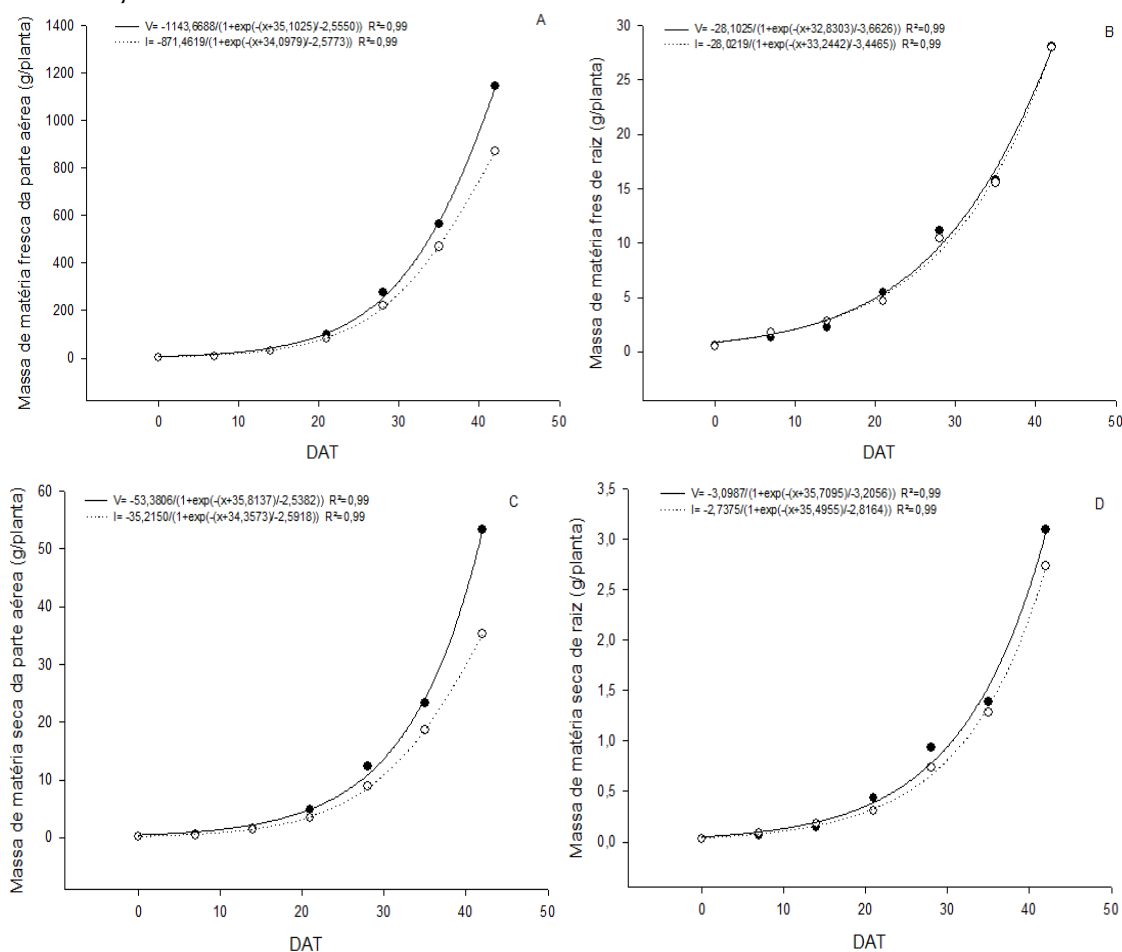
DAT = dias após o transplante; MMF = massa de matéria fresca; MMS = massa de matéria seca; PA = parte aérea.

Do dia 7 após o transplante até o dia 14 após o transplante. Houve um aumento de cinco vezes na massa fresca tanto para a cultivar Valentina (Quadro 6) como para a cultivar Isadora (Quadro 7). Isso se deve ao fato da alface ter crescimento lento nos 15 primeiros dias e após esse período apresenta um aumento no acúmulo de massa de matéria fresca, como mostram Kano et al. (2011), Granjeiro et al. (2006) e Zambom (1982). Devido ao fato da planta ainda não ter chegado na sua fase reprodutiva, seu crescimento continua de modo a aumentar sua parte aérea, como um preparativo. Com aumento do número de folhas e da área foliar, consequentemente há o aumento da MMF da parte aérea (Gráfico 3A).

A massa de matéria seca das raízes representa uma quantia muito pequena do total da massa seca da planta. Na primeira semana representava menos de 1% do total da massa seca e na última semana representava pouco mais que 5% da massa seca total da planta. No Quadro 6 são apresentados os valores de massa de matéria seca das raízes da cultivar Valentina.

Os valores são pequenos, chegando a no máximo três gramas por planta assim como na cultivar Isadora (Quadro 7). No Gráfico 3D observa-se como ocorreu esse acúmulo de MMS de raízes.

Gráfico 3 - Curvas da massa de matéria fresca de parte aérea (A), massa de matéria fresca de raiz (B), massa de matéria seca de parte aérea (C) e massa de matéria seca de raiz (D) ao longo do ciclo, para as cultivares Valentina e Isadora (DAT = dias após o transplante). FCA/UNESP, Botucatu, 2018.



Os maiores ganhos de massa de matéria seca da parte aérea ocorreram entre os 28 e 42 DAT, com aumento próximo de três vezes para a cultivar Valentina (Quadro 6) e o mesmo ocorre para a cultivar Isadora (Quadro 7). Aos 42 dias a massa de matéria seca da parte aérea chegou a 35g por planta para a cultivar Isadora, já a cultivar Valentina apresentou massa seca de 53g por planta. Ambos materiais acumularam massa de matéria seca superiores à observada por Kano *et al.* (2011) que obteve valores inferiores a 30g por planta nos 40 dias após o transplante. Granjeiro *et al.* (2006) e César (2005) observaram massa de matéria seca de parte aérea de 6,4 e 8,15 (g planta⁻¹), valores muito inferiores aos obtidos nesse trabalho nesse mesmo período. Isso pode ser explicado por serem materiais

genéticos e condições climáticas diferentes. Por possuir crescimento mais lento até os 15 primeiros dias, seu acúmulo de MMS da parte aérea também é menor nesses dias. Conforme seu crescimento vai ficando mais rápido, o acúmulo de MMS da parte aérea também acelera com isso a planta possui mais MMS.

Durante o período do experimento, o clima foi favorável ao desenvolvimento da alface, essa fator pode ter contribuído para tais números obtidos, uma vez que não se observou doenças nas folhas, não perdendo área foliar ou número de folhas. O Gráfico 3C mostra a massa de matéria seca da parte aérea ao longo do ciclo.

4.3 Índice de cor verde (ICV)

O índice de cor verde é uma ferramenta utilizada para correlacionar o teor de clorofila nas folhas das plantas com a concentração de nitrogênio na planta. Essa correlação se deve ao fato de que 50% a 70% do N total nas folhas ser integrante de enzimas que estão associadas ao cloroplasto (Chapman & Barreto, 1997; Wood *et al.*, 1993). A principal molécula que o nitrogênio faz parte é a molécula de clorofila (Malavolta *et al.*, 1997). Ao tentar correlacionar o ICV com teores de clorofila e teores de N, Martins *et al.* (2010), viu que o ICV é um bom indicador de como está o nível de clorofila e concentração de N nas plantas.

Na figura 6F, pode-se observar que o índice de cor verde aumentou após os 14 dias, coincidindo com o que foi observado por Granjeiro *et al.* (2006) onde as plantas de alface começaram a acumular mais N. Zambom (1982) descreve que nos 15 primeiros dias após o transplante, o crescimento da alface é lento, coincidindo com o período com menor índice de cor verde da cultivar Valentina e Isadora (Quadro 4 e 5, respectivamente).

4.4 Acúmulo de nutrientes nas plantas de alface

Nos Quadros 8 e 9 são apresentados os resultados do acúmulo de macronutrientes para as cultivares de alface, Valentina e Isadora respectivamente.

O acúmulo de macronutrientes da cultivar Valentina apresentou a seguinte ordem decrescente (g.planta⁻¹): K (4,13), N (1,85), Ca (0,45), P (0,23), Mg (0,12) e S (0,11) como mostra a Quadro 8. Em relação aos micronutrientes, a ordem

decrecente de acúmulo (mg.planta^{-1}) foi: Fe (15,30), Zn (3,76), B (1,44), Mn (1,15) e Cu (0,73) conforme a Quadro 10.

A cultivar Isadora apresentou a ordem decrescente de acúmulo de macronutrientes (g planta^{-1}): K (2,67), N (1,20), Ca (0,32), P (0,15), Mg (0,10) e S (0,08) como mostra a Quadro 9. Os micronutrientes foram acumulados (mg planta^{-1}) na seguinte ordem: Fe (11,69), Zn (2,52), B (0,98), Mn (0,92) e Cu (0,48) conforme a Quadro 11.

Quadro 8 - Acúmulo dos macronutrientes, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) da cultivar Valentina ($\text{g}/10\text{planta}$). FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2018.

Valentina						
DAT	N	P	K	Ca	Mg	S
-----g/10plantas-----						
0	0,05	0,01	0,09	0,01	0,00	0,00
7	0,16	0,02	0,22	0,04	0,01	0,01
14	0,78	0,08	1,19	0,19	0,05	0,04
21	2,13	0,23	3,91	0,50	0,12	0,10
28	5,33	0,61	10,53	1,27	0,33	0,27
35	9,30	1,01	16,99	2,05	0,55	0,44
42	18,56	2,32	41,30	4,55	1,22	1,07

DAT: dias após o transplante.

Quadro 9 - Acúmulo dos macronutrientes, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) da cultivar Isadora ($\text{g}/10\text{planta}$). FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2018.

Isadora						
DAT	N	P	K	Ca	Mg	S
-----g/10plantas-----						
0	0,04	0,01	0,08	0,01	0,00	0,00
7	0,19	0,02	0,21	0,04	0,01	0,01
14	0,70	0,07	0,93	0,16	0,05	0,04
21	1,48	0,16	2,36	0,33	0,09	0,08
28	3,81	0,40	6,55	0,88	0,26	0,19
35	6,67	0,82	16,00	1,78	0,51	0,37
42	12,05	1,50	26,68	3,16	0,94	0,80

DAT: dias após o transplante.

Aos 42 DAT foi observado o maior acúmulo de nutrientes em ambas as cultivares, isso se deve ao fato da planta estar se preparando para entrar no estágio de reprodução, conforme observado por Kano *et al.* (2011) aos 69 DAT as plantas de alface começaram a florescer e nesse período houve maior demanda por nutrientes.

No Gráfico 4 são apresentadas as curvas referentes ao acúmulo dos nutrientes nitrogênio (A), potássio (B), fósforo (C), cálcio (D), magnésio (E) e enxofre (F) para as cultivares de alface, Valentina e Isadora.

As curvas de macronutrientes se comportam de modo crescente ao decorrer do tempo. Esse comportamento pode ser explicado pelo fato das plantas de alface ainda estarem em crescimento aos 42 DAT.

Em relação ao N Granjeiro *et al.* (2006) avaliando três cultivares de alface observou aos 27 dias valores entre 0,20 e 0,30 g/planta de N, com 35 DAT Kano *et al.* (2011) observou valores próximos a 0,31 g/planta de N, Martins *et al.* (2009) estudando a cultivar Isabela, observou aos 30 DAT valores próximos a 0,30 g/planta de N, porém todos esses valores foram abaixo dos obtidos nesse trabalho tanto para a cultivar Valentina (Quadro 8) como para a cultivar Isadora (Quadro 9). Pode-se observar que a partir do 21º o acúmulo de N começa a crescer e representar maior porcentagem do total acumulado (Gráfico 4A).

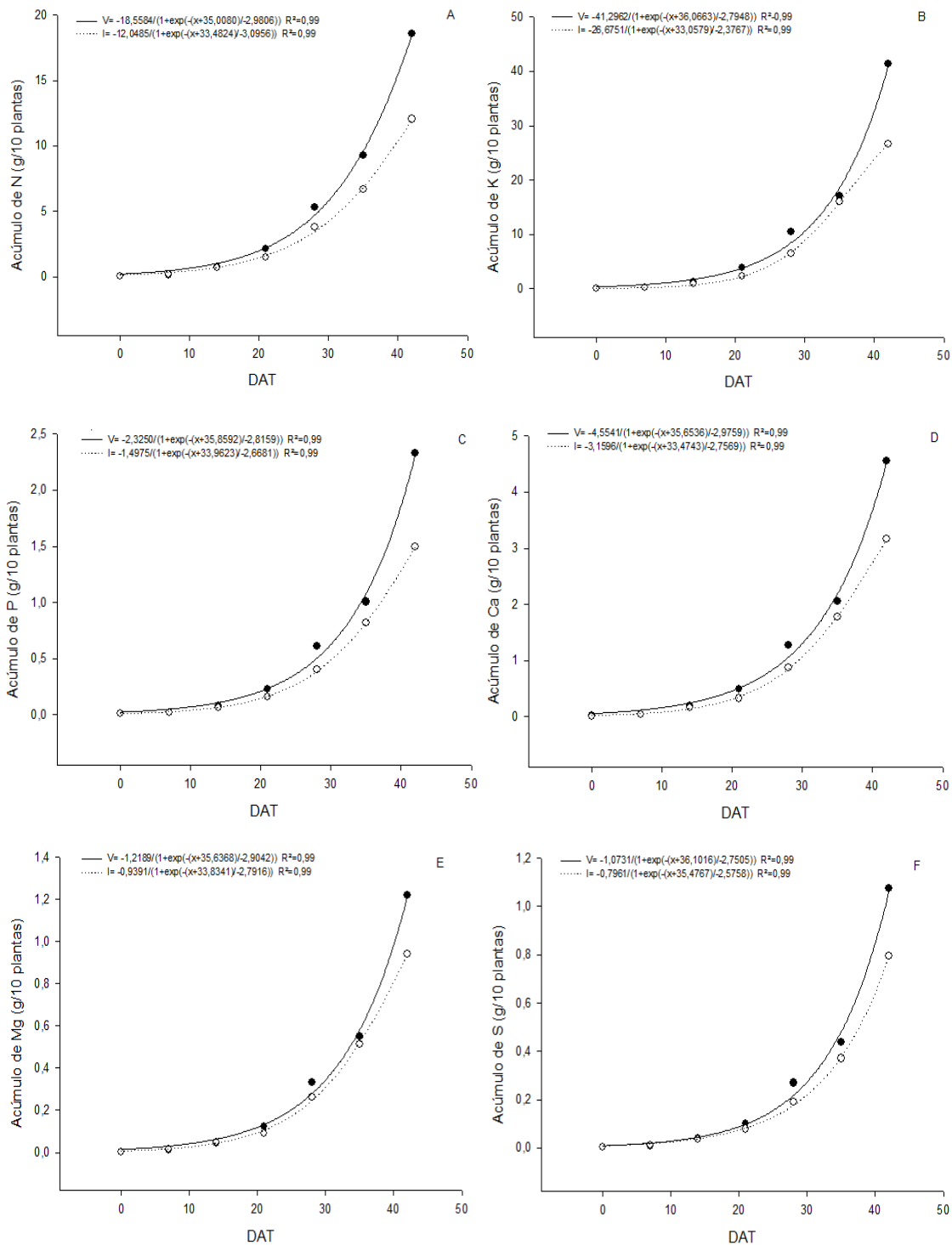
De acordo com o Gráfico 4A, observou-se que a cultivar Valentina começa a acumular mais N em menos dias que a cultivar Isadora, isso pode ser devido ao seu ciclo ser precoce, que faz com que a cultivar Valentina entre na fase reprodutiva antes da cultivar Isadora, de acordo com a descrição dos materiais informado pela SAKATA. A cultivar Valentina, obteve maior área foliar e número de folhas, que justifica o seu maior acúmulo de N.

O potássio foi o nutriente mais acumulado pelas duas cultivares de alface, a ordem de duas vezes o que é acumulado de N. Isto é observado também por Granjeiro *et al.* (2006) que, estudando três cultivares de alface observou valores acumulados entre 0,33g e 0,43g por planta aos 27 dias após o transplante.

Martins *et al.* (2009) com 30 dias após o transplante obteve valores próximos a 0,65 g/planta de K acumulados. Kano *et al.* (2011) aos 34 dias após o transplante constatou que a alface acumulou o total de 0,57g de K por planta. Porém as cultivares estudadas nesse trabalho acumularam valores de K superiores como mostra o Quadro 8 para a cultivar Valentina e o Quadro 9 para a cultivar Isadora.

As cultivares Valentina e Isadora acumularam aos 42 dias após o transplante 4,13 g/planta e 2,66 g/planta de K para Valentina e Isadora respectivamente.

Gráfico 4 - Acúmulo de nitrogênio (A), potássio (B), fósforo (C), cálcio (D), magnésio (E) e enxofre (F) ao longo do ciclo para as cultivares de alface, Valentina e Isadora (DAT = dias após o transplante). FCA/UNESP. Botucatu, 2018.



Cecílio Filho *et al.* (2018) utilizando a quantia de 150 Kg ha⁻¹, obteve valor 376 mg por planta aos 45 dias após o transplante, valor próximo ao observado neste

trabalho para a cultivar Valentina (413 mg por planta), utilizando a mesma quantia de K, e avaliando aos 42 dias após o transplante.

Esse grande acúmulo de K se deve às várias funções que ele exerce na fisiologia da planta. Malavolta (2006). Embora não participe na composição dos principais compostos orgânicos das plantas, o K participa na síntese desses compostos, na regulação hídrica e osmótica, na defesa da planta contra ataque de fungos e pragas Santos (2002). Esses fatores podem explicar o fato das plantas de alface estar acumulando mais potássio, conforme elas estão se aproximando da sua fase reprodutiva, onde as atividades enzimáticas são mais ativas, para iniciar o florescimento. Isso é observado por Kano *et al.* (2010), que ao avaliar o acúmulo de nutrientes em cultivares de alface, até a fase reprodutiva, o acúmulo de K é maior quando as plantas entram na fase reprodutiva (Gráfico 4B).

Outro fator que pode explicar esse grande acúmulo de K é a absorção de luxo, quando o nutriente está disponibilizado em excesso no solo e a planta absorve mais que o necessário, acumulando esse K em vários órgãos Marschner (2012). No entanto esse consumo de luxo, não apresenta diferenças quantitativas ou qualitativas na produção, desde que esteja assegurado que seu excesso no solo não interfira na absorção de outros cátions Santos (2002). A cultivar Valentina por possuir maior área foliar e número de folhas, tem mais órgãos para acumular o K. A proximidade com a fase reprodutiva aos 42 dias, também é fator importante para explicar essa quantidade de K acumulado pela cultivar Valentina.

O fósforo foi o quarto elemento mais acumulado, segundo Raij (2011) o P tem papel fundamental no desenvolvimento da planta, ele possui grande mobilidade na planta, sendo translocado de tecidos velhos para tecidos novos e meristemas para participar de vários processos metabólicos.

Quanto ao seu acúmulo, Kano *et al.* (2011) observou valores de 0,05g de P por planta aos 34 DAT, valores bem menores que os observados nesse trabalho, onde a cultivar Valentina acumulou 1,01g de P por planta aos 35 DAT (Quadro 8) e a cultivar Isadora acumulou 0,82g de P por planta (Quadro 9). Martins *et al.* (2009) observou aos 30 DAT acúmulo de 0,03g de P por planta. Granjeiro *et al.* (2006) trabalhando com três cultivares de alface observou valores de acúmulo de P entre 0,11g e 0,17g por planta, valores superiores aos observados neste trabalho.

O fósforo forma vários compostos de grande importância nas plantas, sendo estes classificados em cinco grupos por Bielecki & Ferguson (1983): fosfatos

inorgânicos, o mais importante se considerarmos isoladamente; ésteres simples, aqui se encontram ATP e ADP como exemplo; fosfolipídeos, presentes nas membranas celulares; ácido desoxirribonucleico (DNA), macromolécula responsável por carregar a informação genética da célula; ácido ribonucleico (RNA), envolvido na translação da informação genética. Devido ao fato das plantas ainda não entrarem na fase reprodutiva, o acúmulo P vem crescendo de acordo com o tempo para ambas cultivares (Gráfico 4C). O que se observou, é que para se reproduzir, a alface se prepara para entrar nessa fase aumentando a quantidade de P acumulado.

O cálcio foi terceiro nutriente mais acumulado pelas plantas de alface. De acordo com Malavolta (2006), plantas herbáceas de pequeno porte, como a alface, ao absorver o Ca, ele é imobilizado rapidamente. Devido a este fenômeno o fornecimento de Ca para a alface deve ser feito de maneira eficiente. Quando o fornecimento de Ca é feito de forma incorreta, ocorre o surgimento do distúrbio fisiológico chamado de *tip burn*. Excesso de N e temperaturas elevadas, fazem com que a planta não consiga absorver Ca na mesma velocidade que cresce, fazendo com que ocorra este problema como descreve Gaudreau *et al.* (1994).

Aos 28 DAT foi observado o acúmulo de Ca para a cultivar Valentina de 0,12g/planta (Quadro 8) e para a cultivar Isadora 0,09g/planta (Quadro 9), valores superiores aos observados por Granjeiro *et al.* (2006) que estudando três cultivares de alface observou acúmulo de Ca nos valores de 0,04g, 0,05 e 0,06g de Ca por planta aos 27 DAT. A cultivar Valentina apresentou um acúmulo de 0,20g de Ca por planta (Quadro 6) e a cultivar Isadora acumulou 0,18g de Ca por planta aos 35 DAT (Quadro 7), valores superiores aos observados por Kano *et al.* (2011) que observou valor de 0,15g de Ca/planta.

Por ter como finalidade manter a integralidade da estrutural e funcional das membranas e da parede celular (Malavolta 2006) é certo que a absorção deste nutriente acompanha o crescimento celular da planta. Como as cultivares Valentina e Isadora, apresentaram números expressivos de área foliar e número de folhas, era de se esperar que o acúmulo de Ca fosse acompanhar esses valores. Observando as características dos materiais genéticos, a SAKATA descreve como moderada a resistência ao *tip burn* da cultivar Isadora e como resistente a da cultivar Valentina. Observando a curva de acúmulo de Ca (Gráfico 4D), observa-se que a cultivar Isadora, acumulou menos Ca aos 42 dias, isso pode ser o fator que explique, o fato de sua resistência ao *tip burn* ser moderada. Ao observar a curva de acúmulo de Ca

da cultivar Valentina, observa-se que aos 42 dias, acumulou maior quantia de Ca, o que pode dar a característica de resistência ao *tip burn*.

O magnésio foi o segundo macronutriente menos acumulado pela alface, com total de 0,12g/planta acumulados pela cultivar Valentina (Quadro 8) e 0,09g/planta acumulados pela cultivar Isadora (Quadro 9), valores superiores aos obtidos por Kano et al. (2011) que aos 49 dias observou 0,06g de Mg por planta. Granjeiro et al. (2006) estudando três cultivares de alface obteve valores superiores, 0,10g, 0,11g e 0,14g de Mg por planta aos 27 DAT. O acúmulo de Mg foi crescente durante o ciclo (Gráfico 4E), o aumento de Mg na planta a partir do 28º DAT, coincide com o mesmo período de aumento nos valores de índice de cor verde para as duas cultivares (Quadro 2 e Quadro3). Isso se deve ao fato do Mg ter papel fundamental na ativação de enzimas fosforilativas, além de fazer parte da clorofila e reações de fotofosforilação (MALAVOLTA 2006). Assim como os outros macronutrientes, o acúmulo de Mg aumenta de acordo com o tempo, isso se deve ao fato das duas cultivares estarem se preparando para entrar no estágio reprodutivo.

O macro nutriente menos acumulado pelas plantas de alface foi o enxofre, a cultivar Valentina acumulou um total de 0,1g por planta (Quadro 8) e a cultivar Isadora 0,08g por planta (Quadro 9), valores superiores aos observados por Kano et al. (2011), que obteve valor de 0,02g de S por planta. Esses dados mostram que a alface é uma planta pouco exigente em S. Mesmo com acúmulo menor em relação aos outros macros nutriente, ainda pode-se perceber que seu acúmulo é crescente durante o ciclo.

Nota-se que aos 28 DAT a cultivar Valentina começa a acumular mais S que a cultivar Isadora, o que pode ser explicado pela precocidade do material (Gráfico 4F).

Nos Quadros 10 e 11 são apresentados os resultados do acúmulo de micronutrientes para as cultivares de alface Valentina e Isadora, respectivamente.

Quadro 10 - Acúmulo dos micronutrientes, boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) da cultivar Valentina (mg/10plantas). FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2018.

Valentina					
DAT	B	Cu	Fe	Mn	Zn
-----mg/10plantas-----					
0	0,05	0,02	0,49	0,06	0,13
7	0,11	0,03	2,13	0,16	0,31
14	0,36	0,17	4,81	0,42	1,29
21	1,04	0,59	12,75	1,11	3,92
28	2,91	1,48	23,39	2,84	10,03
35	5,47	2,62	46,03	4,38	15,87
42	14,37	7,32	153,04	11,49	37,59

DAT: dias após o transplante.

Quadro 11 - Acúmulo dos micronutrientes, boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) da cultivar Isadora (mg/10plantas). FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2018.

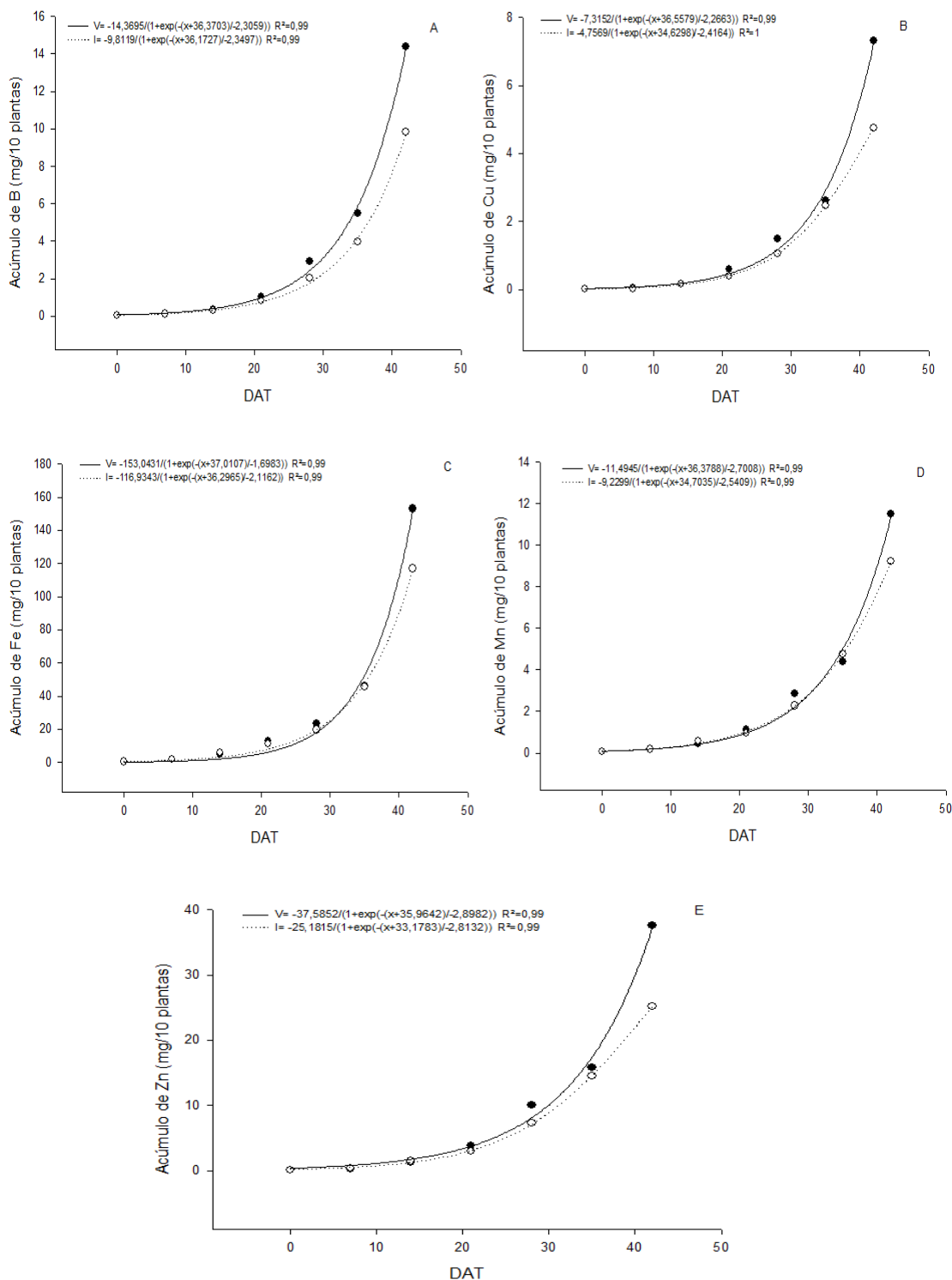
Isadora					
DAT	B	Cu	Fe	Mn	Zn
-----mg/10plantas-----					
0	0,04	0,02	0,40	0,07	0,16
7	0,12	0,03	2,14	0,18	0,35
14	0,32	0,17	6,01	0,58	1,48
21	0,82	0,39	11,39	0,97	2,93
28	2,02	1,06	19,65	2,27	7,27
35	3,94	2,46	45,42	4,76	14,57
42	9,81	4,76	116,93	9,23	25,18

DAT: dias após o transplante.

No Gráfico 5 são apresentadas as curvas de acúmulo dos micronutrientes pelas cultivares de alface, Valentina e Isadora.

O ferro foi o micronutriente mais acumulado pelas plantas de alface. Kano *et al.* (2011) observou um acúmulo de 1,24 mg de Fe por planta de alface aos 34 dias. Foi observado no presente trabalho valores superiores, com acúmulo de 4,60 mg por planta para a cultivar Valentina (Quadro 10) e 4,54 mg por planta para a cultivar Isadora (Quadro 11) aos 35 DAT. Yuri (2000) estudando alface para consumo *in natura* observou valores de 4,1 mg/planta de Fe acumulados nas plantas com 30 DAT, valor próximo aos observados nesse estudo.

Gráfico 5 - Acúmulo de boro (A), cobre (B), ferro (C), manganês (D) e zinco (E) ao longo do ciclo para as cultivares de alface, Valentina e Isadora (DAT = dias após o transplante). FCA/UNESP. Botucatu, 2018.



No Gráfico 5C observa-se o aumento no acúmulo de Fe nas cultivares Valentina e Isadora, ao longo do ciclo, quanto mais se aproxima do seu estágio reprodutivo, maior acúmulo de Fe acontece. Isso ocorre pelo fato do Fe participar da síntese de

clorofila (MALAVOLTA 2006), conforme as plantas de alface aumentaram seu número de folhas e área foliar, elas necessitaram de mais Fe, para obter mais clorofila.

O segundo micronutriente mais acumulado pelas plantas de alface foi o zinco. Foi observado que o acúmulo de Zn vai aumentando conforme a planta vai se aproximando do seu estágio reprodutivo como mostra o Gráfico 5E. A cultivar Valentina acumulou 3,76mg por planta de Zn (Quadro 10) enquanto a cultivar Isadora acumulou 2,53mg por planta de Zn (Quadro 11). Kano *et al.* (2011) observou que o acúmulo de Zn aumenta quando a planta chega no seu estágio reprodutivo, esse aumento pode ser explicado devido ao Zn participar dos processos metabólicos envolvidos para promover o alongamento da haste floral. Malavolta *et al.* (1997) diz que o Zn ser essencial para a síntese do triptofano que é o precursor do ácido indol acético. Por estarem crescendo, e se preparando para entrar na fase reprodutiva, as plantas de alface, acumularam mais Zn do 35 DAT para o 42 DAT. Por estar mais próxima da fase reprodutiva, a cultivar Valentina acumulou mais Zn (Gráfico 5E).

O boro foi o terceiro micronutriente mais absorvido. Observou-se que seu acúmulo é maior no final do ciclo, quando a planta de alface está se preparando para florescer (Gráfico 5A). O B é responsável pelo crescimento do tubo polínico, sendo o motivo de sua maior demanda ocorrer no estágio reprodutivo (MARSCHENER, 2005). Observou-se aos 42 DAT o maior acúmulo de B, 1,43mg/planta na cultivar Valentina (Quadro 10) e 0,98mg/planta na cultivar Isadora (Quadro 11). Kano *et al.* (2011) observou que as plantas de alface acumularam 4,19 mg aos 49 DAT, tal fato pode ser explicado pelas plantas já estarem entrando no estágio reprodutivo.

O manganês foi o segundo micronutriente menos acumulado pelas plantas de alface. Kano *et al.* (2011) observou valores diferentes, sendo o manganês o terceiro micronutriente mais acumulado, observando o valor de 1,38mg por planta aos 49 DAT. Assim como os outros micronutrientes, o maior acúmulo de Mn ocorreu no final do ciclo, aos 42 DAT com 1,15mg por planta para a cultivar Valentina (Quadro 10) e 0,92mg por planta para a cultivar Isadora (Quadro 11). O Mn participa da formação de compostos secundários, que são importantes na fase de reprodução das plantas. Outra função é a de desenvolver resistência a doenças fúngicas nas plantas (MALAVOLTA 2006). Um fator observado durante o período de realização do experimento foi a ausência de doenças, isso pode estar ligado a nutrição da planta

com Mn. Outro fator importante foi o clima ter favorecido o cultivo da alface, com pouca chuva durante o período (Gráfico 1).

No Gráfico 5D, observa-se o acúmulo de Mn nas plantas de alface das cultivares Valentina e Isadora.

Observou-se que o cobre foi o micronutriente menos acumulado pela planta de alface. Segundo Marschner (2005) o Cu tem maior demanda no estágio reprodutivo da alface por participar na formação das anteras. Sua deficiência nessa fase acarreta em menor número de grãos de pólen e má formação de frutos e sementes, afetando mais o estágio reprodutivo que o vegetativo. O Cu acumulado na cultivar Valentina foi 0,73mg por planta e 0,47mg por planta na cultivar Isadora (Quadro 10 e 11, respectivamente).

Observou-se que quanto mais próximo do estágio reprodutivo da alface, maior é o acúmulo de Cu em ambas as cultivares (Gráfico 5B).

Para ambas as cultivares de alface, o acúmulo de macronutrientes e de micronutrientes, aumentou de acordo com o período do experimento, isso se deve ao fato das plantas de alface estar se aproximando do seu período reprodutivo. O maior acúmulo dos nutrientes pela cultivar Valentina, pode ser explicado pelo seu ciclo precoce, sendo assim, aos 42 DAT, esse material genético está mais próximo de se reproduzir, sendo assim, necessitando de mais nutrientes.

Do total de macronutrientes acumulados pela alface, o potássio representou 59,8% para a cultivar Valentina e 59,1% para a cultivar Isadora. O nitrogênio foi o segundo macronutriente mais acumulado, representando 26,9% do total para a cultivar Valentina e 26,7% do total para a cultivar Isadora. O potássio junto ao nitrogênio representa mais de 85% de todos os macronutrientes acumulados pelas plantas de alface dessas duas cultivares.

Do total de micronutrientes acumulados pela alface, o ferro representou 68,3% para a cultivar Valentina e 70,5% para a cultivar Isadora. O zinco foi o segundo micronutriente mais acumulado, 16,8% para a cultivar Valentina e 15,2% para a cultivar Isadora. Esses dois micronutrientes são responsáveis por aproximadamente 85% de todos micronutrientes acumulados.

O acúmulo de nutrientes é influenciado pelo genótipo das plantas de alface. A cultivar Valentina apresentou maiores quantidades de macro e micronutrientes acumulados aos 42 DAT em relação a cultivar Isadora.

Os maiores valores das variáveis, diâmetro de cabeça, número de folhas, área foliar, massa de matéria fresca e massa de matéria seca de parte aérea foram superiores na cultivar Valentina em relação a cultivar Isadora aos 42 DAT.

4.5 Porcentagem de absorção dos nutrientes

Nos Quadros 12 e 13 são apresentados os resultados da porcentagem de nutrientes absorvidos pela alface ao longo do tempo para as cultivares Valentina e Isadora, respectivamente. Verifica-se que até os 28 DAT, a absorção de macronutrientes para ambas as cultivares, não chegou aos 30% do total consumido pelas plantas até os 42 DAT, exceto o N para a cultivar Isadora. Observa-se que o consumo de nutrientes pelas plantas, é maior com o passar do tempo, indicando que a fase reprodutiva exige maior consumo de nutrientes pela planta.

Quadro 12 - Porcentagem dos macronutrientes absorvidos pela cultivar Valentina de acordo com a época de coleta . FCA/UNESP. Botucatu, 2018.

Valentina						
DAT	N	P	K	Ca	Mg	S
----- % -----						
0	0,27	0,43	0,22	0,22	0,24	0,34
7	0,86	0,86	0,53	0,88	0,82	0,93
14	4,20	3,45	2,88	4,16	4,10	3,74
21	11,48	9,91	9,47	11,00	9,84	9,34
28	28,71	26,29	25,50	27,91	27,05	25,23
35	50,11	43,53	41,14	45,05	45,08	41,12
42	100	100	100	100	100	100

DAT = dias após o transplante.

Quadro 13 - Porcentagem dos macronutrientes absorvidos pela cultivar Isadora de acordo com a época de coleta. FCA/UNESP. Botucatu, 2018.

Isadora						
DAT	N	P	K	Ca	Mg	S
----- % -----						
0	0,33	0,66	0,30	0,32	0,42	0,37
7	1,56	1,33	0,79	1,27	1,06	1,25
14	5,61	4,66	3,48	5,06	5,32	5,00
21	12,28	10,66	8,84	10,44	9,57	10,00
28	31,62	26,66	24,55	27,85	27,66	23,75
35	55,35	54,66	59,97	56,33	54,25	46,25
42	100	100	100	100	100	100

DAT = dias após o transplante.

Nos Quadros 14 e 15 são apresentados os dados da porcentagem de micronutrientes absorvidos pela alface ao longo do tempo, para as cultivares Valentina e Isadora, respectivamente. Assim como os macronutrientes, os micronutrientes também foram acumulados em menos que 30% até os 28 DAT para ambas as cultivares. Aos 42 DAT, com a aproximação da fase reprodutiva, a exigência das plantas de alface por micronutrientes aumenta.

Quadro 14 - Porcentagem dos micronutrientes absorvidos pela cultivar Valentina de acordo com a época de coleta. FCA/UNESP. Botucatu, 2018.

Valentina					
----- % -----					
DAT	B	Cu	Fe	Mn	Zn
0	0,35	0,27	0,32	0,52	0,35
7	0,76	0,41	1,40	1,39	0,82
14	2,50	2,32	3,14	3,65	3,43
21	7,24	8,06	8,33	9,66	10,43
28	20,25	20,22	15,28	24,71	26,68
35	38,06	35,80	30,08	38,22	42,22
42	100	100	100	100	100

DAT = dias após o transplante.

Quadro 15 - Porcentagem dos micronutrientes absorvidos pela cultivar Isadora de acordo com a época de coleta. FCA/UNESP. Botucatu, 2018.

Isadora					
----- % -----					
DAT	B	Cu	Fe	Mn	Zn
0	0,41	0,42	0,34	0,76	0,63
7	1,22	0,63	1,83	1,95	1,39
14	3,26	3,57	5,14	6,28	5,88
21	8,36	8,19	9,74	10,51	11,64
28	20,59	22,27	16,80	24,59	28,87
35	40,16	51,68	38,84	51,57	57,86
42	100	100	100	100	100

DAT = dias após o transplante.

5 CONCLUSÕES

As duas cultivares de alface estudadas acumularam os nutrientes na seguinte ordem decrescente: K>N>Ca>P>Mg>S>Fe>Zn>B>Mn>Cu.

A cultivar Valentina é mais exigente em nutrientes do que a cultivar Isadora até os 42 DAT porém a absorção ocorre mais lentamente que a Isadora.

REFERÊNCIAS

- AGAPITO, P.J.A.; CONTRERAS, N.U.; PIZON, H.; LAVERDE, P.H. Nutrient absorption in four lettuce, *Lactuca sativa* L., source materials. **Agronomia Colombiana**, Bogotá, v.14, n. 1, p. 18-36, 1997.
- AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: Informa Economics IEG/FNP, Consultoria e Comércio, ed. 23, p. 119-120, 2018.
- ALMEIDA, T.B.F.; PRADO, R.M.; CORREIA, M.A.R.; PUGA, A.P.; BARBOSA, J.C. Avaliações nutricionais da alface cultivada em soluções nutritivas suprimidas de macronutrientes, **Biotemas**. Florianópolis, v.24, n.2, p.27-36, 2011.
- BIELESKI, R.L.; FERGUSON, I.B. **Physiology and metabolism of phosphate and its compounds**. In: Encyclopedia of plant physiology. New ser. Vol. 15A, p. 422-449. Lauchi & R. Bielecki. Eds. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg, 1983. p. 449-. 1983.
- BOGIANI, J. C.; ANTON, C. S.; SELEGUINI, A.; FARIA JÚNIOR, M. J. A.; SENO, S. Poda apical, densidade de plantas e cobertura plástica do solo na produtividade do tomateiro em cultivo protegido. **Revista Bragantia**, Campinas, v. 67, n.1, p. 145-151, 2008.
- CECÍLIO FILHO, A. B.; SILVA, A. S. N.; NASCIMENTO, S. M. C.; VARGAS, P. F. Doses de Potássio na Produção de Alface. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 27, n. 2, p.217-227, 2018.
- CÉZAR, V.R.S. **Efeito do processo de compostagem sobre solubilização e a eficiência agrônômica de diferentes fontes de fósforo**. 2005. 66 f. Tese (Doutorado em Energia Agricultura) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.
- CHAPMAN, S.C.; BARRETO, H.J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**, Madison v. 89, n. 4, p.557-562, 1997.
- ECHER, M.M.; SIGRIST, J.M.M.; GUIMARÃES, V.F.; MINAMI, K. Comportamento de cultivares de alface em função do espaçamento. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.76, n. 2, p.267-275, 2001.
- FILGUERA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. Ed. ver. E ampl, Viçosa, MG: UFV, 2007. p. 300-306.
- GAUDREAU, L.; CHARBONNEAU, J.; VÉZINA, L.P.; GOSSELIN, A. Photoperiod and photosynthetic photon flux influence growth and quality of greenhouse lettuce. **HortScience**, Alexandria, v. 29, n. 11, p. 1285-1289, 1994.

GRANJEIRO, L.C.; COSTA, K.R.; MEDEIROS, M.A.; SALVIANO, A.M.; NEGREIROS, M.Z.; NETO, F.B.; OLIVEIRA, S.L. Acúmulo de nutrientes por três cultivares de alface cultivadas em condições do Semi-Árido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24 n. 2, p. 190-194, 2006.

HENZ, G. P.; SUINAGA, F. **Tipos de alface cultivados no Brasil**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. 7 p.

IEA. Estatísticas de Produção da Agropecuária Paulista. **Instituto de Economia Agronomica**, 2013. Disponível em: <http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjetiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1>. Acesso em: 02 outubro. 2013.

KANO, C.; CARDOSO, A. I. I.; VILLAS BÔAS, R. L. Influência de doses de potássio nos teores de macronutrientes em plantas e sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 287-291, 2010.

KANO, C.; CARDOSO, A. I. I.; VILLAS BÔAS, R. L. Acúmulo de nutrientes pela alface destinada a produção de sementes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 70-77, 2011.

KATAYAMA, M. **Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão**. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. da. (Ed.). Nutrição e adubação de hortaliças. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.141-148.

KLAR, A. E.; JADOSKI, S. O. Efeitos da irrigação e da cobertura do solo por polietileno preto sobre as características morfológicas do pimentão. **Irriga**, Botucatu, v. 7, n.3, p. 154-167, 2002.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. p. 319.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Ed. Ceres 2006. p. 128-402. MARSCHENER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. San Diego: Academic Press, 2005. p.889.

MARSCHENER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. San Diego. 3 ed. London, Academic Press, 2012. p. 643.

MARTINS, A.D.; COELHO, F.S.; LEO, A.B.; SILVA, M.C.C.; BRAUN, H.; FONTES, P.C.R. Relações entre índice SPAD, teores de clorofila extraída e nitrogênio na folha da batata. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 835-841, 2010.

MARTINS, C.M.; MEDEIROS, J.F.; LOPES, W.A.R.; BRAGA, D.F.; AMORIN, L.B. Curva de absorção de nutrientes em alface hidropônica. **Revista Caatinga**, Mossoró, vol. 22, n. 4, outubro-diciembre, p. 123-128, 2009.

MEDEIROS, J. F.; SILVA, M. C. C.; SARMENTO, D. H. A.; BARROS, A. D. Crescimento do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade, com e sem cobertura do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n.3, p. 248-255, 2007.

MONTEIRO, R. et al. Net melon performance as affected by the drip irrigation depth and mulching. **Horticultura Brasileira**, Brasília, n. 26, n. 4, p. 447-451, 2008.

PAPADOPOULOS, I. **Tendências da fertirrigação**. In: FOLEGATTI MV. (coord). **Fertirrigação: citrus, flores e hortaliças**. Guaíba: Agropecuária. 1999. p. 11-155.

FORMIGONI, I. **Preço dos Fertilizantes**. Farmnews, 2019. Disponível em: <http://www.farmnews.com.br/mercado/precos-dos-fertilizantes/>. Acesso em: 02 de setembro. 2019.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba, SP: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420 p.

RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1996. 285 p. RYDER, E. J.; WHITAKER, T. N. **Lettuce**. In: SIMMONDS, N. W. (ed) **Evolution of crop plants**. New York: Longman Group, 1976, p. 39-41. RYDER, E. J. **Lettuce, endive and chicory**. Crop production science in horticulture: 7. CABI publishing, 2007. 400 p. SALA, F.C; NASCIMENTO, W.M. **Produção de sementes de alface**. In: NASCIMENTO, W.M. **Produção de sementes de hortaliças**. Brasília, Embrapa, 2014. p.17-42. SANTOS, J. Q. **Fertilização: fundamentos da utilização de adubos e correctivos**. Coleção Euroagro. Publicações Europa-América, 4ªed., 2002. p. 80-86.

SILVA, P.A.M. **Análise técnica e econômica da aplicação de água e nitrogênio na cultura da alface americana**. 2005. 93f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal de Lavras, 2005.

SGARBIERI, V.C. **Alimentação e nutrição: fator de saúde e desenvolvimento**. Campinas, UNICAMP, 1987. 387p.

VILLAS BÔAS, R. L.; ANTUNES, C.L.; BOARETTO, A. E.; SOUSA, V. F.; DUENHAS, L. H. **Perfil da pesquisa e emprego da fertirrigação no Brasil**. In: FOLEGATTI MV. (coord). **Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 2001. p. 71-103.

VITTI, G.C.; BOARETTO, A.E.; PENTEADO, S.R. Fertilizantes e fertirrigação. In: Simpósio Brasileiro sobre Fertilizantes Fluídos, 1. **Anais...** Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1994. p.261-280.

YURI, J.E. **Avaliação de cultivares de alface americana em duas épocas de plantio em dois locais do Sul de Minas Gerais**. 2000. 51f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

WOOD, C.W.; REEVES, D.W.; HIMLRICK, D.J. Relationships between chlorophyll meter readings and leaf chlorophyll concentration, N status, and crop yield: a review **Proceedings Agronomy Society of New Zealand**. Auckland, v. 23, p. 1-9, 1993.

ZAMBOM, F.R.A. **Nutrição mineral da alface (*Lactuca sativa* L.)**. In: MULLER, J.J.V.; CASALI, V.W.D. (Eds) Seminário de Olericultura. 2ed. 1982. p.316-348.