



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**FRANCISCO GILCIVAN MOREIRA SILVA**

**ABSORÇÃO DE N P K POR ALFACE CRESPA CULTIVADA EM SISTEMA  
HIDRÔNICO**

**FORTALEZA**

**2016**

FRANCISCO GILCIVAN MOREIRA SILVA

ABSORÇÃO DE N P K POR ALFACE CRESPA CULTIVADA EM SISTEMA  
HIDRÔNICO

Monografia apresentada ao curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Ismail Soares

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na  
Publicação Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo (a) autor (a)

---

S58a Silva, Francisco Gilcivan Moreira.  
Absorção de N P K por alface crespa cultivada em sistema hidropônico / Francisco Gilcivan  
Moreira Silva. – 2016.  
38 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de  
Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2016.

Orientação: Prof. Dr. Ismail Soares.

Coorientação: Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães.

1. Lactuca sativa L.. 2. Cultivares. 3. Acúmulo de nutrientes. 4. NFT. I. Título.

CDD 630

---

FRANCISCO GILCIVAN MOREIRA SILVA

ABSORÇÃO DE N P K POR ALFACE CRESPA CULTIVADA EM SISTEMA  
HIDRÓPONICO

- Monografia apresentada ao curso de graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Ismail Soares

Aprovada em: 13/07/2016.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Ismail Soares (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Pós - Doutorando Ronialison Fernandes Queiroz  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

*A Deus por sempre iluminar meus caminhos.  
Aos meus pais, Francisco Ivan Gomes da Silva  
e Francisca Anailce Moreira Silva, por não  
medirem esforços para me oferecer todo apoio  
possível. A minha irmã Gisele Moreira. Aos  
meus avós paternos e maternos, tios e tias que  
sempre depositaram confiança em mim e  
incentivaram a minha formação.*

*Dedico*

## AGRADECIMENTO

Primeiramente a Deus pelo dom da vida e pela oportunidade de fazer com que esse sonho se concretizasse, por ter guiado-me até aqui, e ter me protegido. .

Aos meus pais, Ivan e Anailce que sempre me mostraram o caminho certo a seguir, ensinando os verdadeiros valores da vida, me oferecendo todo apoio em minhas escolhas. Por todo amor, paciência e compreensão. Sem vocês não teria chegado onde estou.

Aos meus avós paternos e maternos, tios e tias, que muito me incentivaram e me deram forças para o alcance desse sonho.

A Universidade Federal do Ceará, pela oportunidade concedida de cursar um ótimo curso de agronomia, pelas bolsas que consegui no decorrer do curso, por proporcionar-me o alicerce de minha carreira profissional.

Ao professor Ismail Soares, pela orientação, por repassar um pouco de seus ensinamentos, pelo apoio, pela paciência, por dedicar tempo para me auxiliar nesse trabalho, sem sua mediação não teria sido possível tal realização. Meu sincero obrigado.

Ao meu amigo e futuro engenheiro agrônomo Jefferson Freitas que contribuiu muito para a realização de meu trabalho, já que trabalhamos juntos, e dividimos praticamente o mesmo experimento.

A futura engenheira agrônoma Daniele Varelo e ao mestrando Crisanto, por não medirem esforços ao me auxiliarem nas análises laboratoriais, tanto na parte prática com na teórica.

Ao professor Marcelo de Almeida Guimarães e ao pós - doutorando Ronialison por se disporem a participar da banca examinadora e, assim contribuir no desenvolvimento desse trabalho.

A todos os professores do curso de agronomia, em especial ao prof. Sebastião Medeiros e prof. José Carlos, pelos ensinamentos repassados, pelo exemplo de homens e profissionais que são, e pela dedicação de formar engenheiros agrônomos e pessoas de bem.

Ao Colégio da Polícia Militar do Ceará, onde comecei minha caminhada rumo a minha formação, lugar também na qual aprendi a ter disciplina e responsabilidade, e que fiz vários amigos até hoje.

Ao senhor Cláudio Timbó, que disponibilizou insumos e área de sua fazenda para que realizasse meu trabalho, com todas as condições necessárias para a realização do experimento.

A minha namorada Régia Alves, por todo apoio e por me incentivar sempre a

correr em busca de meus objetivos, também a sua família que me acolheu de braços abertos.

A todos os colegas da turma 2010.1, em especial meus amigos Jefferson Freitas, Thiago Barros, Lílian Dionízio, Melissa Gomes, João Paulo Goes, Cícero Aquino, Clice Mendonça, Rigoberto Braga, Felipe Vaz, Manoel Emiliano.

Aos futuros engenheiros agrônomos que não são da minha turma, mas que se tornaram pessoas queridas por mim ao longo do curso, em especial meu amigo André Luiz.

Aos meus amigos de Genipabu, lugar onde resido desde meu nascimento, em especial Edgar, Kelvin, Emerson e Edson, que sempre estiveram ao meu lado.

Afinal, agradeço a todos que de forma direta ou indireta contribuiu para a minha formação, e saibam que o apoio de todos vocês ajudou a tornar esse sonho possível.

## RESUMO

A hidroponia possui característica de economia de água que favorecem sua indicação para regiões semiáridas, porém a falta de informações e, principalmente, o uso de cultivares não adaptadas, são alguns dos fatores que dificultam o uso dessa técnica. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de massa seca da parte aérea, teor e acúmulo de nitrogênio (N), fósforo (P), e potássio (K) durante o cultivo de quatro cultivares de alface do tipo crespa cultivadas em sistema hidropônico. A pesquisa foi realizada na fazenda JCT agropecuária, Caucaia, CE, no período de abril a junho de 2016. Os fatores estudados foram distribuídos em delineamento de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições, sendo as parcelas constituídas pelas cultivares 'Elba', 'Vanda', 'Isabela' e 'Crespa para Verão', e nas subparcelas as épocas de amostragem (dias após transplante - DAT). Em cada época de amostragem, coletou-se a parte aérea das plantas e, após secagem, avaliou a produção de massa seca, os teores e acúmulos de N, P e K. Os dados avaliados foram submetidos à análise de variância, teste de médias e análise de regressão. De modo geral, a cultivar 'Crespa para verão' apresentou maior produção de massa seca em relação às demais cultivares. Os teores de N, P, K reduziram com o aumento dos DAT, sendo que o acúmulo desses nutrientes não diferiram entre as cultivares. O maior acúmulo de N, P e K, ocorreram no período entre 15 a 20 DAT, sugerindo que nessa fase há necessidade de aumentar a disponibilidade desses na solução nutritiva. A sequência de acúmulo de nutrientes seguiu a seguinte ordem  $K > N > P$ , para as cultivares 'Vanda' e 'Isabela', e  $N > K > P$  para cultivares 'Elba' e 'Crespa para verão'.

**Palavras-chave:** *Lactuca sativa L.*, Cultivares, Acúmulo de nutrientes, NFT.

## ABSTRACT

Hydroponics has characteristic of water economy that favor his appointment to semi-arid regions, but the lack of information and, especially, the use of non-adapted cultivars, are some of the factors that hinder the use of this technique. The objective of this study was to evaluate the dry matter production of the aerial part, content and accumulation of nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) for the cultivation of four lettuce cultivars of crisped type grown hydroponically. The survey was conducted in JCT farm agricultural, Caucaia, CE, from April to June 2016. The factors studied were distributed in a randomized block design in a split plot, with four replications, the plots were composed by the cultivars 'Elba', 'Vanda', 'Isabella' and 'Crespa for summer', and the subplots the sampling time (days after transplanting - DAT). At each sampling time, collected to the shoot and, after drying, evaluated the dry matter production, content and accumulation of N, P and K. The evaluated data were submitted to analysis of variance, mean test and analysis regression. In general, the cultivar 'Crespa for summer' showed higher dry matter yield compared to other cultivars. The concentrations of N, P, K decreased with increasing number of DAT, and that the accumulation of these nutrients did not differ among cultivars. The greater accumulation of N, P and K, occurred in the period between 15 to 20 DAT, suggesting that at this stage no need to increase the availability of the nutrient solution. The nutrient accumulation sequence followed the order  $K > N > P$ , for the cultivars 'Vanda' and 'Isabella', and  $N > K > P$  to 'Elba' cultivars 'Crespa for summer'.

Keywords: *Lactuca sativa* L., Cultivares, Accumulation of nutrients, NFT.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Acúmulo de biomassa seca da parte aérea de plantas de alface em função dos dias após transplântio (DAT).....	24
Figura 2 – Teor de nitrogênio em função do dia após plantio (DAT).....	26
Figura 3 – Teor de fósforo em função do dia após plantio (DAT).....	27
Figura 4 – Teor de potássio em função dos dias após plantio (DAT).....	28
Figura 5 – Acúmulo de nitrogênio em plantas de alface em função dos dias após o transplântio (DAT).....	29
Figura 6 – Acúmulo de fósforo em plantas de alface em função dos dias após o transplântio (DAT).....	30
Figura 7 – Acúmulo de potássio em plantas de alface em função dos dias após o transplântio (DAT).....	32

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultado da análise de água para irrigação .....	22
Tabela 2 – Quadrado médio da análise de variância de matéria seca parte aérea (MSPA), teor de nitrogênio (N), de fósforo (P) e de potássio (K) em função das cultivares e dias após transplante (DAT) .....	23
Tabela 3 – Matéria seca da parte aérea das alfaces ‘Elba’, ‘Vanda’, ‘Isabela’ e ‘Crespa para Verão’ em função dos dias após transplante (DAT).....	24
Tabela 4 – Teores de nitrogênio (N) na parte aérea das alfaces ‘Elba’, ‘Vanda’, ‘Isabela’ e ‘Crespa para Verão’ em função dos dias após transplante (DAT).....	25
Tabela 5 – Teores de fósforo (P) na parte aérea das alfaces ‘Elba’, ‘Vanda’, ‘Isabela’ e ‘Crespa para Verão’ em função dos dias após transplante (DAT).....	26
Tabela 6 – Teores de potássio (K) na parte aérea das alfaces ‘Elba’, ‘Vanda’, ‘Isabela’ e ‘Crespa para Verão’ em função dos dias após transplante (DAT).....	27
Tabela 7 – Acúmulo de nitrogênio (N) na parte aérea das alfaces ‘Elba’, ‘Vanda’, ‘Isabela’ e ‘Crespa para Verão’ em função dos dias após transplante (DAT).....	29
Tabela 8 – Acúmulo de fósforo (P) na parte aérea das alfaces ‘Elba’, ‘Vanda’, ‘Isabela’ e ‘Crespa para Verão’ em função dos dias após transplante (DAT).....	30
Tabela 9 – Acúmulo de potássio (K) na parte aérea das alfaces ‘Elba’, ‘Vanda’, ‘Isabela’ e ‘Crespa para Verão’ em função dos dias após transplante (DAT).....	31

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

DAT	Dias Após transplântio
N	Nitrogênio
P	Fósforo
K	Potássio
NFT	Nutrient Film Technique
MSPA	Massa Seca Parte Aérea

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVO.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Objetivo geral.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Objetivo específico.....</b>	<b>14</b>
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 Alface: Aspectos gerais .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2 O cultivo hidropônico de hortaliças .....</b>	<b>16</b>
<b>3.3 Absorção de nutrientes .....</b>	<b>17</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
<b>4.1 Localização da área experimental.....</b>	<b>19</b>
<b>4.2 Caracterização do sistema hidropônico de cultivo das plantas.....</b>	<b>19</b>
<b>4.3 Preparo e manejo da solução nutritiva.....</b>	<b>20</b>
<b>4.4 Instalação e condução do experimento .....</b>	<b>20</b>
<b>4.5 Delineamento experimental .....</b>	<b>21</b>
<b>4.6 Análises químicas do material vegetal .....</b>	<b>21</b>
<b>4.7 Acúmulo de nutrientes na planta .....</b>	<b>21</b>
<b>4.8 Análise de água .....</b>	<b>21</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>5.1 Acúmulo de biomassa seca na parte aérea de plantas de alface.....</b>	<b>23</b>
<b>5.2 Teores de nitrogênio, fósforo e potássio na planta de alface .....</b>	<b>25</b>
<b>5.3 Acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em plantas de alface .....</b>	<b>28</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>33</b>
<b>7 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>34</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Estudos voltados a condução e produção de plantas, fornecem conhecimentos de valor prático com informações exatas, referentes ao crescimento e comportamento dos genótipos, que podem ser utilizados pelos produtores, permitindo a escolha da cultivar que melhor se adapte a cada região. Por esse motivo, há muito tempo, estudos voltados à adaptação de plantas vem sendo realizados nessa área, e com base nisso, mudanças estão sendo realizadas, tanto nos fatores abióticos (meio externo), como nos fatores bióticos (planta), com desenvolvimento de novas cultivares, buscando sempre obter plantas mais adaptadas as condições climáticas local (SALA, 2011).

Em meio a tantas culturas de interesse agrônômico melhoradas, destaca-se a alface. Sendo originária de clima temperado, a sua adaptação em regiões de temperatura elevada tem gerado obstáculos ao seu crescimento e desenvolvimento, impedindo que a cultura expresse todo o seu potencial genético (GRANGEIRO *et al*, 2006), necessitando de novas cultivares, afim de obter plantas que alcancem boa produção não só em clima temperado.

Apesar da queda no consumo de hortaliças em geral, a população brasileira tem consumido mais alface, sendo considerada a principal folhosa do Brasil e também no mundo, com um dos cultivos mais expressivos em termos econômicos (LORENZI, 2015). A alface é constituída por vitaminas A, B1, B2 e C, além de sais de cálcio e ferro (SOUSA *et al.*, 2007), e seu consumo é feito principalmente *in natura*, como componentes básicos a alface, em uso doméstico ou comercial (CHITARRA, 2007 p. 301-341 *apud* LORENZI, 2015).

Com a inserção de cultivares dessa folhosa adaptadas a diversas regiões, nota-se que a necessidade nutricional dessas plantas muda, dependendo do genótipo e das condições climáticas, sendo necessários estudos envolvendo curvas de absorção de nutrientes (QUEIROGA *et al*, 2001).

O conhecimento da quantidade de nutrientes acumulada na planta, em cada estágio de desenvolvimento, fornece informações importantes que podem auxiliar no programa de adubação das culturas. É necessário ter consciência, no entanto, que as curvas de absorção refletem o que a planta necessita, e não o que deveria ser aplicado, uma vez que a eficiência de aproveitamento dos nutrientes é variável segundo as condições climáticas, o tipo de solo, o sistema de irrigação, o sistema de manejo, entre outros fatores (GRANGEIRO, *et al*. 2006).

Aliado a escolha da cultivar, o sistema de cultivo possui bastante influência na eficiência de produção da alface, desta maneira, nos últimos anos têm sido desenvolvidos e adotados sistemas de cultivo protegido (SOUZA *et al.*, 1994 *apud* SANCHEZ, 2007), principalmente o hidropônico. Essas técnicas viabilizam a produção durante o ano todo, facilitam o manejo da cultura, melhoram o aproveitamento dos insumos, controlam parcialmente as condições ambientais adversas. Além disso, o produto final é muito mais limpo, proporcionando ao consumidor maior praticidade na limpeza do produto antes do consumo (LOPES *et al.*, 2002 *apud* SANCHEZ, 2007).

Portanto, com a existência de inúmeras cultivares de alface no mercado de sementes no Brasil, o frequente lançamento e introdução de novas cultivares, com comportamentos desconhecidos, torna necessária a avaliação desses materiais em diversos locais e sistema de cultivo (SANCHEZ, 2007). Já existem atualmente, no Brasil informações de pesquisa a respeito do crescimento e acúmulo de nutrientes em diferentes cultivares (GRANJEIRO *et al.*, 2006). Entretanto, os mesmos em sua maioria foram realizados em regiões de clima mais ameno, sem aplicação prática nas regiões que cultivam alface, em condições de altas temperaturas e luminosidade.

## **2 OBJETIVO**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar as quantidades de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) absorvidas por cultivares de alface do grupo crespa, ‘Elba’, ‘Vanda’, ‘Isabela’ e ‘Crespa para Verão’ em diferentes estádios fenológicos, em cultivo hidropônico.

### **2.2 Objetivo específico**

- Determinar a produção de biomassa da parte aérea das cultivares de alface, para avaliar qual se adapta melhor as condições climáticas do litoral do Estado do Ceará.
- Conhecer a marcha de absorção N, P e K das cultivares de alface em sistema hidropônico NFT.
- Obter informações que irão auxiliar o preparo e manutenção da solução nutritiva para as cultivares de alface em estudo.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Alface: Aspectos gerais

A alface (*Lactuca sativa* L.) pertence à classe Magnoliopsida, ordem Asterales, família Asteraceae, subfamília Cichorioideae, tribo Lactuceae e gênero *Lactuca* (WIKISPECIES, 2016). A planta é herbácea, tem as folhas presas a um caule diminuto, estas crescem em forma de roseta, em volta do caule, podendo ser lisas ou crespas (FILGUEIRA, 2008). No cultivo, sob condições de temperaturas elevadas, acima de 25°C e dias longos ocorre redução da fase vegetativa e pendoamento precoce (RESENDE *et al.*, 2007). A alface é classificada como planta de dia longo e, quando cultivada em condições de fotoperíodo inferior ao crítico, pode manter-se por um prazo maior no período vegetativo. A alface possui como provável centro de origem o sul da Europa e o oeste da Ásia. Depois de ser difundida por toda Europa, foi introduzida nas Américas, sendo então trazida ao Brasil, no ano de 1647, com a vinda dos portugueses (RYDER *et al.*, 1976 *apud* SANCHEZ, 2007).

Essa é a hortaliça mais consumida pelos brasileiros e, devido a sua baixa resistência ao transporte e alta perecibilidade, é produzida próximo aos grandes centros de consumo. Dessa forma, sua produção, em sistema hidropônico (NFT), vem crescendo a cada ano, uma vez que a alface é uma das hortaliças que atinge mais rapidamente o ponto de comercialização, com maior rendimento, ocupando pequenas áreas e fornecendo rápido retorno financeiro (POTRICH *et al.*, 2012).

A alface predominante no Brasil é do tipo crespa, liderando com 70% do mercado. O tipo americana detém 15%, a lisa 10%, enquanto outras (vermelha, mimosa, etc) correspondem a 5% do mercado (COSTA; SALA, 2011). É uma hortaliça que merece especial interesse, não só pela sua importância alimentar como também pelo seu valor nutracêutico, apresentando elevados teores de vitaminas e sais minerais, e com baixo teor calórico (FILGUEIRA, 2000).

A mudança do padrão de alface lisa para o segmento crespa foi quando essa cultivar, por não apresentar formação de cabeça, mostrou ser adequada ao cultivo no verão, garantindo e minimizando as elevadas perdas que havia com a alface lisa repolhuda, tipo White Boston no verão. Outra vantagem da alface crespa tem sido sua adequação ao sistema de comercialização em caixas de madeira com mínimo de injúrias e quebras de folhas. Suas folhas flabeladas suportam o encaixamento em caixas de madeira de até 24 a 60 unidades. A adoção desse tipo varietal pelo alfacicultor foi pela coloração verde claro de suas folhas,

tradicionalmente aceita pelo consumidor brasileiro que preferem esse tipo de coloração, semelhante à coloração do tipo lisa. Atualmente, o padrão varietal de alface crespa na maioria dos países é de coloração verde escuro e que não tem preferência no mercado nacional. O uso da alface tipo crespa como preferência no Brasil é um fato único em relação à alficultura mundial (COSTA; SALA, 2005).

As cultivares de alface comercialmente utilizadas podem ser didaticamente agrupadas, considerando-se as características das folhas, bem como o fato destas se reunirem ou não, formando uma cabeça repolhuda. Assim, obtêm-se seis grupos ou tipos de alface, que são: Repolhuda-manteiga; Solta-lisa; Repolhuda-crespa (americana); Romana e Solta-crespa (FILGUEIRA, 2000).

As cultivares de alface do grupo de folhas Solta-crespa utilizadas no presente trabalho foram:

**Isabela:** Plantas de porte mediano e coloração verde brilhante; folhas largas e com alta crespicidade; alto nível de resistência ao torcimento das plantas no inverno; alto nível de resistência ao pendoamento precoce; moderado nível de resistência à queima de bordos (deficiência de cálcio); ciclo médio de 63 dias (Sakata, 2016).

**Vanda:** Plantas de porte grande, com folhas compridas e talo grosso; sistema radicular vigoroso; alto nível de resistência à queima de bordos (deficiência de cálcio); alto nível de resistência ao LMV-II; ciclo médio de 55 dias (precoce) (Sakata, 2016).

**Crespa para verão:** Grande número de folhas e boa tolerância ao pendoamento precoce; vigorosa, miolo cheio e folhas muito crespas; alta adaptação para cultivo em campo aberto; cultivo o ano todo (Topseed, 2016).

**Elba:** Coloração e tolerância ao calor; tamanho grande, folhas largas e crespas; baixa incidência de brotação lateral e boa uniformidade; apresenta tolerância ao pendoamento precoce (Topseed, 2016).

### 3.2 Cultivo hidropônico de hortaliças

O sistema NFT ou Técnica do Fluxo Laminar, consiste no cultivo de plantas em calhas ou canais, podendo ser fabricado com diversos materiais: telha de cimento amianto, tubos de PVC, etc.; as quais são apoiadas sobre cavaletes a uma determinada altura do solo, formando uma bancada. As bancadas têm uma inclinação em torno de 2% para permitir a circulação da solução. As calhas podem conter substratos, usualmente brita ou argila expandida, para a sustentação das plantas, apesar de não estarem mais sendo utilizados devido

à limpeza trabalhosa que se faz necessário após cada cultivo. Essa técnica, desenvolvida por Allen Cooper em 1965, consiste na passagem de uma lâmina de solução nutritiva na calhas contendo as plantas (FURLANI, 1995 *apud* COMETTI, 2003).

O cultivo hidropônico requer precisão no controle da concentração de nutrientes para garantir o crescimento saudável das plantas, visando melhorar a qualidade nutricional dos vegetais e o rendimento de produção (DOMINGUES *et al.* 2012 *apud* Henriquez *et al.* 2015). O monitoramento do pH, condutividade elétrica, concentração de macro (N, P, K, S, Ca, e Mg) e micronutrientes (Fe, Mn, Zn, Mo, B, Cu e Cl) na solução nutritiva, dentre outros, permite a detecção de possíveis problemas, e conseqüente, tomada de decisões em tempo hábil para ajustamento da solução nutritiva, evitando problemas no crescimento das plantas (BAMSEY *et al.* 2014 *apud* Henriquez *et al.* 2015).

### **3.3 Absorção de nutrientes**

O conhecimento da absorção e do acúmulo de nutrientes nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura permite determinar a época em que os nutrientes são mais exigidos, possibilitando desta forma, orientar o programa de adubação da cultura. A quantidade de nutrientes acumulados nas plantas, principalmente na parte colhida, é importante para se avaliar a remoção desses na área de cultivo, tornando-se um componente necessário para a recomendação econômica da adubação (VITTI *et al.*, 1994 *apud* PINHEIRO, 2015). A quantidade de nutrientes absorvida pelas plantas olerícolas é considerada relativamente pequena, quando comparada com a absorção por outras culturas, como frutíferas ou cereais, no entanto, as hortaliças folhosas são consideradas exigentes em nutrientes, em função de seu ciclo relativamente curto (OLIVEIRA *et al.*, 2004).

Em cultivos hidropônicos, a absorção de nutrientes é muito influenciada pela espécie vegetal, cultivares e ambiente, sendo proporcional à concentração de nutrientes na solução nutritiva próxima às raízes (FURLANI *et al.*, 1999). E é imprescindível o conhecimento da marcha de absorção de nutrientes pela cultura, tornando possível planejar a aplicação dos nutrientes de acordo com a exigência da planta ao longo do ciclo da cultura (JUNIOR. *et al.*, 2006).

As culturas olerícolas extraem e exportam nas suas partes comestíveis, uma maior quantidade de nutrientes quando relacionadas com outras culturas (FILGUEIRA, 2008). E com a alface não é diferente, pois é uma hortaliça exigente em nutrientes, mesmo absorvendo pequenas quantidades, quando comparada às outras culturas. O período de maior consumo é

na fase final de produção, devido ao seu ciclo curto e à pequena exigência em nutrientes pelas cultivares disponíveis no mercado (TERRA *et al.*, 2001).

Para produção de todas as diferentes espécies de hortaliças, que normalmente são feitas sob condições de cultivo intensivo, existe a necessidade de adequado suprimento de nutrientes desde o estágio de plântula até a colheita, haja vista que o desequilíbrio nutricional, seja por carência ou excesso de nutrientes, é fator estressante para a planta (FURLANI *et al.*, 2010).

A curva ótima de consumo de nutrientes pela planta de alface auxiliará na definição da quantidade de aplicação dos determinados nutrientes. Para isso, em função das curvas de absorção de nutrientes, devem-se obter as taxas diárias de absorção dos mesmos e utilizar essa informação respeitando as etapas fenológicas de crescimento das plantas para se definir as diferentes quantidades e proporções entre os nutrientes a serem aplicados durante as fertilizações. Com isso é possível evitar uma possível deficiência ou consumo de luxo de algum nutriente (a planta absorve mais do que necessita e essa quantidade a mais, não tem reflexo na produtividade) (FURLANI *et al.*, 2010).

Com essa finalidade de conhecer o consumo de nutrientes, Ferreira *et al.* (1993), estudando a cultura da alface observaram que a ordem decrescente da extração de macronutrientes foi  $K > N > Ca > P > Mg > S$ . Como se pode observar, o K e o N são os nutrientes mais extraídos pela alface e sua deficiência ocasiona reduções no crescimento e na formação da cabeça e da roseta de folhas (KANO *et al.*, 2012).

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Localização da área experimental**

O trabalho foi conduzido entre abril a junho de 2016 na fazenda JCT agropecuária, localizada no município de Caucaia, no Estado do Ceará, situado na coordenadas geográfica: 03° 44' 10" latitude sul, 38° 39' 11" longitude oeste e altitude de 29 m. O clima da região, segundo classificação de Koppen é do tipo Aw, ou seja, é um clima tropical com estação seca de inverno (ALVARES *et al.*, 2014).

### **4.2. Caracterização do sistema hidropônico de cultivo das plantas**

O cultivo hidropônico foi instalado e conduzido em ambiente protegido por uma tela preta de polipropileno (sombrite) com 50% de sombra a 2,5 m do solo, com dimensões de 12 x 36 m. Sob o telado foi construído quatro bancadas para produção de mudas (bancadas de pré-crescimento) no sistema hidropônico NFT. Cada bancada de pré-crescimento (berçário) com dimensões de 1,5 m de largura com 6 m de comprimento e com declividade de 2%, foram formadas por onze canais de cultivo de tubo de polipropileno (PVC), com diâmetro de 50 mm partido ao meio, espaçados a 10 cm. Também foram construídas quatro bancadas para cultivo das plantas (bancadas de crescimento), no sistema hidropônico NFT. Cada bancada de crescimento (bancada de produção) com dimensões de 1,5 m de largura com 9 m de comprimento e com declividade de 2%, foram formadas por seis tubos de polipropileno (PVC), com diâmetro de 75 mm, espaçados a 25 cm. Em cada tubo de cultivo foi aberto orifícios de 5 cm de diâmetro, espaçados a 25 cm, para colocar as plantas de alface.

Cada canal ou tubo de cultivo foi interligado a um reservatório plástico rígido contendo solução nutritiva e um conjunto moto-bomba por tubulações. No conjunto moto-bomba foi acoplado um temporizador (Timer) com ciclo de 24 horas, com regulagem para período de 15 minutos, permitindo assim o acionamento do conjunto moto-bomba, em intervalos de 15 minutos com circulação da solução nutritiva (irrigação das plantas) e 15 minutos sem circulação da solução nutritiva, durante o período diurno, e no período noturno permanecia desligado. Assim, o sistema hidropônico NFT para o cultivo das plantas foi composto de dois reservatórios de solução nutritiva, um de 500 litros para produção de mudas de alface, na qual a solução nutritiva foi distribuída nos canais de cultivo por um conjunto moto-bomba de 0,5 cv, e outro de 3000 litros para crescimento das plantas, na qual a solução

nutritiva foi distribuída nos tubos de cultivo por um conjunto moto-bomba de 1,0 cv. Sendo que, nas duas fases de cultivo das plantas, a solução nutritiva foi distribuída por tubulações de PVC, com diâmetro de 20 mm, retornando aos seus respectivos reservatórios por tubulações de PVC com diâmetro de 100 mm.

### **4.3 Preparo e manejo da solução nutritiva**

O preparo e manejo da solução nutritiva foram efetuados conforme recomendação de Furlani *et al.* (1999), utilizando força total, com monitoramento diário da condutividade elétrica (CE) e pH.

Para preparo da solução nutritiva foi utilizado os seguintes fertilizantes em g 1000 L<sup>-1</sup>: 480 de nitrato de cálcio, 480 de nitrato de potássio, 150 de fosfato monoamônio, 420 de sulfato de magnésio, 0,15 de sulfato de cobre, 0,5 de sulfato de zinco, 1,5 de sulfato de manganês, 0,15 de molibdato de sódio, 1,5 de ácido bórico, 30 de ferrilene. As mesmas quantidades foram usadas na solução estoque, dissolvidas em um balde de 18 litros, e repostas quando necessário. Na fase de produção das mudas de alface foi adotada a CE da solução nutritiva de 1,4 dS m<sup>-1</sup>, e depois do transplante para a bancada de crescimento, utilizou-se 1,7 dS m<sup>-1</sup>.

### **4.4. Instalação e condução do experimento**

A semeadura da alface foi realizada no dia 25/04/16 em espuma fenólica constituída por 10.350 células, cada célula com dimensões de 2 x 2 x 2, previamente lavada em água corrente, e irrigada com água até completa emergência das plântulas.

Cinco dias após semeadura (DAS), as plântulas foram transplantadas para as bancadas de pré-crescimento, permanecendo até o 20° DAS. Posteriormente as plantas foram transplantadas para as bancadas de crescimento, distribuindo as plantas nos quatro tubos de cultivo central da bancada, sendo um tubo para cada cultivar, e os dois tubos laterais na bancada e as duas primeiras e últimas plantas no tubo de cultivo foram utilizados como bordadura.

Durante o cultivo das plantas na bancada de crescimento foram realizadas cinco coletas de plantas aleatoriamente. Sendo a primeira coleta realizada no transplante, e as demais em intervalos de cinco dias, até aos 20 dias após o transplante (DAT). Coletando dez plantas por repetição, considerando-se como repetição, cada bancada de cultivo.

Depois de cada amostragem de plantas, as mesmas foram armazenadas em sacos de papel, expostas ao sol durante um dia onde foi realizada uma pré-secagem, e em seguida acondicionadas em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, durante 72 horas. Após este período, as amostras foram pesadas para a determinação do peso da massa seca, a seguir, foram moídas em moinho tipo Willey e armazenadas em frascos para a realização das análises químicas do material vegetal.

#### **4.5. Delineamento experimental**

Utilizou-se delineamento em blocos casualizados, com parcelas subdivididas, sendo na parcela as quatro cultivares de alface ('Elba', 'Isabela', 'Vanda', 'Crespa para verão'), e na sub-parcelas as cinco épocas de coletas, com quatro repetições. Os dados obtidos foram submetidos às análises de variância e de regressão, com o auxílio do programa estatístico ASSISTAT. O programa utilizado para a elaboração dos gráficos foi EXCEL 2010.

#### **4.6. Análises químicas do material vegetal**

O material vegetal foi mineralizado seguindo a metodologia descrita por Silva et al. (2009), sendo fósforo determinado por colorimetria, utilizando o método do azul de molibdênio, e o potássio por fotometria de emissão de chama, após digestão nitroperclórica. O nitrogênio foi determinado pelo método micro-Kjeldahl, após digestão sulfúrica.

#### **4.7. Acúmulo de nutrientes na planta**

Foi calculado o acúmulo de N, P e K na parte aérea da planta, em cada época de amostragem, multiplicando-se o teor de cada nutriente pelo peso da massa seca da planta, sendo expresso em mg10 plantas<sup>-1</sup>.

#### **4.8. Análise de água**

A água utilizada no presente trabalho foi proveniente de um açude dentro da propriedade, com características químicas apresentadas na tabela 1, de acordo com análise realizada no laboratório de análise de água e solo da Universidade Federal do Ceará, cuja classificação para irrigação é C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>, que significa:

C<sub>2</sub>: Água com salinidade média. Pode ser utilizada, se uma quantidade moderada de lixiviação ocorrer. Na maioria dos casos, plantas com uma tolerância ao sal podem ser cultivadas sem considerações especiais.

S<sub>1</sub>: Água com baixo teor de sódio. Pode ser usada para irrigação em quase todos os tipos de solos. Entretanto, certas culturas que são altamente sensíveis a sódio podem ser afetadas.

Tabela 1- Características químicas da água utilizada no experimento.

Laboratório (Nº)	Remetente Gilcivan	Cátions (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )				Ânions (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )			
		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>3+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Σ	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub>	Σ
2016-004/1	031	0,7	1,1	1,3	0,2	3,2	2,6	0,7	3,3
CE (dS m <sup>1</sup> )	RAS	pH	Sólidos Dissolvidos (mg L <sup>-1</sup> )			Classificação		Origem	
0,32	0,99	6,1	320			C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>		AÇUDE	

CE- Condutividade Elétrica, RAS- Razão de absorção de Sódio

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Acúmulo de massa da parte aérea das plantas de alface

Com base na análise de variância, a produção de massa seca da parte aérea entre as cultivares não se diferenciam, enquanto, para DAT e a interação cultivar x DAT diferiram significativamente (Tabela 2). Ao 20° DAT, evidenciou pouca diferença na produção de massa entre as cultivares, sendo que, as cultivares ‘Vanda’ e ‘Crespa Para verão’ foram superiores a ‘Elba’ e ‘Isabela’ (Tabela 3). A ‘Crespa para Verão’ apresentou maior produção de massa seca seguida pelas cultivares ‘Vanda’, ‘Elba’ e ‘Isabela’. Nesse caso a maior produção de massa seca apresenta um resultado negativo, pois pode estar relacionado ao pendoamento precoce apresentado por essa cultivar.

Tabela 2- Quadrado médio da análise de variância de massa seca parte aérea (MSPA), teores de nitrogênio (N), de fósforo (P) e de potássio (K), e acúmulo de N, P e K na MSPA em função das cultivares e dias após transplante (DAT).

FV	GL	MSPA	Teor			Acúmulo		
			N	P	K	N	P	K
Cultivar	3	10,20ns	40,33**	1,11*	79,15**	12387,15*	66,20ns	10948,09ns
Resíduo-a	12	5,32	3,85	0,29	3,38	2317,66	170,41	961,70
Parcelas	15							
DAT	4	920,84**	58,52**	14,04**	342,26**	433981,38**	14203,53**	496717,90**
Cultivar x DAT	12	11,58*	3,68ns	0,37ns	12,74*	7816,97**	110,54ns	8997,75*
Resíduo-b	48	240,00	5,09	0,24	5,48	2189,86	136,93	4377,01
CV (a)	%	28,67	11,12	12,93	7,85	27,61	42,17	38,36
CV (b)	%	27,77	9,40	11,69	9,10	26,84	37,18	37,11

\*\*, \* e ns - significativo ao nível de 1e 5% de probabilidade e não significativo pelo teste de F, respectivamente.

A maior produção de massa seca obtida no presente trabalho apresentou resultado inferior aos obtidos por Matins *et al.* (2006) ao 20° DAT, trabalhando com a cultivar de alface ‘Isabela’ em sistema hidropônico em Mossoró-RN, que obtiveram produção de biomassa seca de 2,5 g planta<sup>-1</sup>. Essa diferença nos resultados pode ser explicada pela diferença na época do ano nos quais os experimentos foram realizados e pelas condições climáticas, que, apesar de ambas terem sido conduzidas na região nordeste, pode ocorrer algumas variações, visto que essa região possui vários climas.

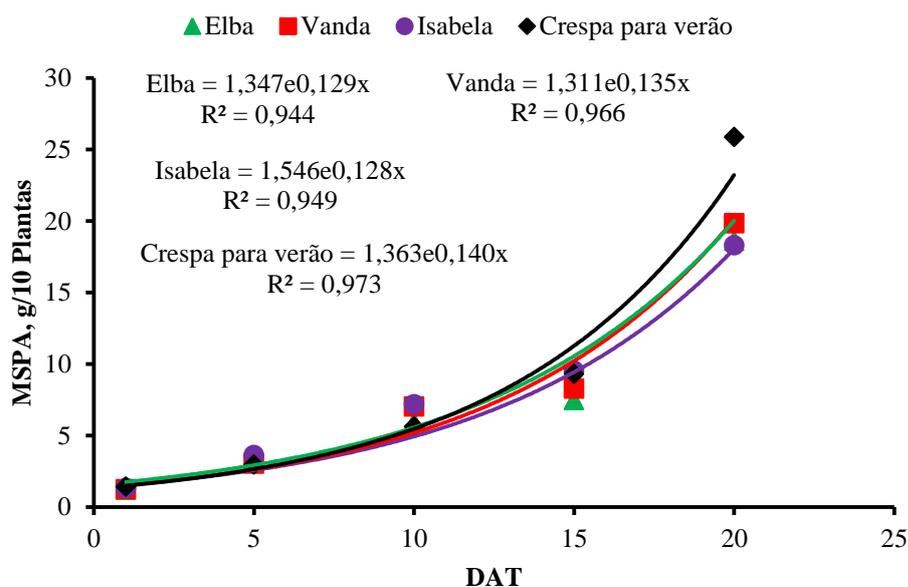
Tabela 3- Massa seca da parte aérea das alfaces ‘Elba’, ‘Vanda’, ‘Isabela’ e ‘Crespa para verão’ em função dos dias após transplante (DAT).

DAT	Elba	Vanda	Isabela	Crespa para Verão
	----- mg 10 plantas <sup>-1</sup> -----			
1	1,19aC	1,25aC	1,34aC	1,42aD
5	3,40aC	3,02aC	3,62aC	2,95aD
10	5,90aB	7,02aB	7,18aB	5,61aC
15	7,46aB	8,26aB	9,53aB	9,30aB
20	18,60bA	19,83bA	18,30bA	25,85aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

O acúmulo de massa seca da parte aérea pelas cultivares de alface foi lento até o 10° DAT, intensificando-se após este período (Figura 1). Entre o período de 15 a 20 DAT, observou-se a maior taxa de incremento de massa seca entre as cultivares de alface, sendo superior para ‘Crespa para verão’ com taxa de 0,33 g planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, seguidas pelas cultivares ‘Vanda’, ‘Elba’ e ‘Isabela’ com 0,23, 0,22 e 0,17 g planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente, sendo inferiores ao obtido por Cometti (2003), que trabalhando com a cultivar ‘Vera’ ao 20° DAT em sistema hidropônico no Rio de Janeiro, obteve 6,5g planta<sup>-1</sup>. Isto pode ser atribuído às condições edafoclimáticas em que foram realizados os trabalhos e também ao potencial genético das cultivares.

Figura 1-Acúmulo de massa seca da parte aérea de plantas de alface em função dos dias após transplante (DAT)



## 5.2. Teores de nitrogênio, fósforo e potássio na parte aérea de plantas de alface

Os teores de N e P na parte aérea das plantas foram influenciados pelas cultivares de alface e DAT, entretanto, não foram influenciados pela interação cultivar x DAT (Tabela 1). Desta forma não foi aplicado teste para N e P entre as cultivares dentro de cada DAT (Tabelas 4 e 5). Porém, entre as cultivares, a média dos teores de N na massa seca da parte aérea da ‘Crespa para verão’ foi superior às demais (Tabela 4), provavelmente promovido pela maior produção de massa seca.

Tabela 4- Teores de nitrogênio na parte aérea das alfaces ‘Elba’, ‘Vanda’, ‘Isabela’ e ‘Crespa para verão’ em função dos dias após transplante (DAT).

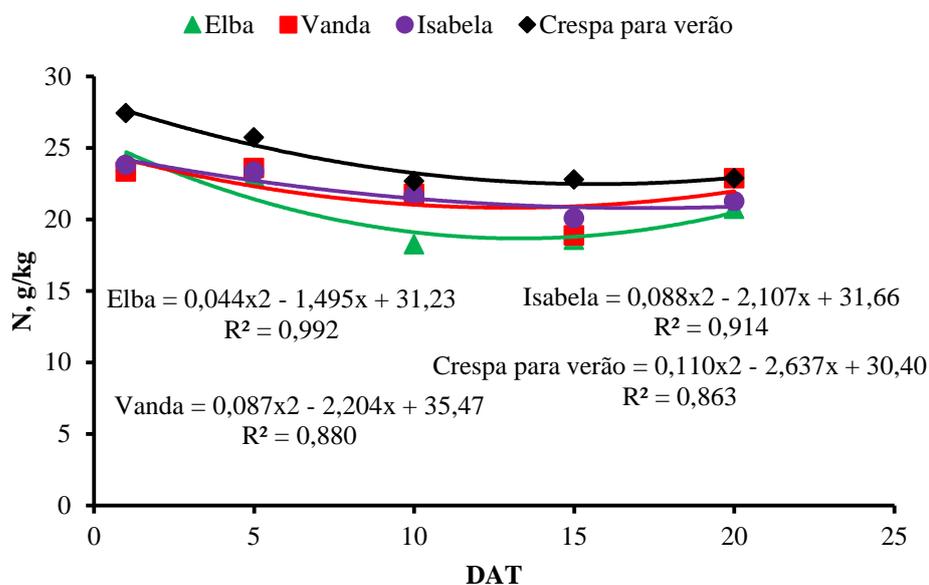
DAT	Elba	Vanda	Isabela	Crespa para Verão	Média
	----- g kg <sup>-1</sup> -----				
1	23,98	23,34	23,80	27,43	24,64A
5	22,99	23,57	23,34	25,72	23,91A
10	18,24	21,79	21,65	22,66	21,08B
15	18,56	18,87	20,08	22,78	20,07B
20	20,73	22,86	21,25	22,87	21,93B
Média	20,90b	22,09b	22,02b	24,29a	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Os teores de N na massa seca da parte aérea apresentam-se semelhantes ao observado por Albuquerque e Albuquerque (2008) avaliando a cultivar ‘Solares’ em três substratos diferentes em sistema hidropônico em Petrolina-PE, no qual obteve 22,81 g kg<sup>-1</sup> tendo como substrato areia ao 20° DAT, apresentando teores menores que o observado no presente trabalho para outros dois substratos que foram 11,60 e 14,98 g kg<sup>-1</sup> ao 20° DAT. Isto sugere que, o genótipo e as condições edafoclimáticas não interferiram no teor de N, quando comparados a Albuquerque e Albuquerque (2008) em substrato de areia.

As cultivares de alface apresentaram decréscimo exponencial no teor de N durante o ciclo vegetativo das plantas, com acréscimo no 20° DAT (Figura 2). Comportamento semelhante ao obtido por Martins *et al.* (2006), trabalhando com a cultivar ‘Isabela’. De acordo com Faquin *et al.* (1996) o teor de N em plantas de alface é alto no início do ciclo vegetativo e reduz até ao 10 DAT, e a partir deste período o teor se mantém constante até o período de colheita.

Figura 2- Teor de nitrogênio em função do dia após plantio (DAT)



Apesar das cultivares não diferirem estatisticamente entre si para teor de P, notemos no teste de média que a cultivar ‘Vanda’ apresenta teor pouco maior em relação as demais (Tabela 5). O teor de P decresce acompanhando o ciclo da cultura até o 15º DAT, com leve acréscimo após este período (Figura 3).

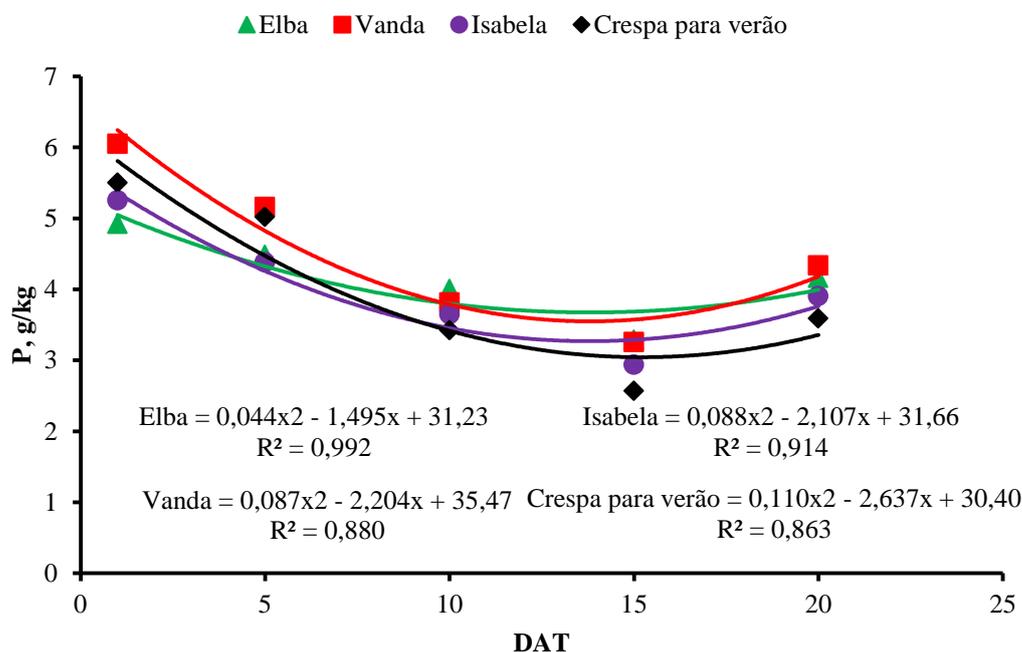
Os teores de P obtidos neste trabalho estão dentro da faixa de 3,30 a 9,10g kg<sup>-1</sup> encontrados por Albuquerque *et al.* (2008) e por Kano *et al.* (2012), e superiores aos obtidos por Lopes *et al.* (2003), de 1,99g kg<sup>-1</sup> com a cultivar tipo americana ‘Lucy Brown’ em sistema hidropônico ao 30 DAT. Apresentando teores acima do limite da deficiência de 0,9g kg<sup>-1</sup>, segundo Eysinga *et al.* (1971). Sugerindo que as plantas apresentaram teores de P adequado em todas as cultivares, não havendo influência do genótipo nos teores desse nutriente.

Tabela 5- Teores de fósforo (P) na parte aérea das alfaces ‘Elba’, ‘Vanda’, ‘Isabela’ e ‘Crespa para Verão’ em função dos dias após transplante (DAT).

DAT	Elba	Vanda	Isabela	Crespa para Verão	Média
	----- g kg <sup>-1</sup> -----				
1	4,92	6,05	5,25	5,50	5,43A
5	4,48	5,16	4,38	5,02	4,76B
10	4,00	3,81	3,65	3,42	3,72C
15	3,29	3,25	2,94	2,57	3,01D
20	4,16	4,33	3,90	3,59	4,00C
Média	4,17b	4,52a	4,02b	4,02b	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 3- Teor de fósforo em função dos dias após plantio (DAT)



Com base nos resultados de análise de variância para os teores de K, observou-se efeitos significativos entre cultivares, DAT e a interação cultivar x DAT (Tabela 1). Ao 20° DAT os teores de K nas cultivares ‘Vanda’ e ‘Isabela’ foram superiores as cultivares ‘Elba’ e ‘Crespa para Verão’ (Tabela 6). Os teores de K nas cultivares estudadas estão abaixo dos obtidos por Martins (2006) trabalhando com a cultivar ‘Isabela’ na região de Mossoró-RN em sistema hidropônico, que obteve teor de aproximadamente 50 g kg<sup>-1</sup> ao 20° DAT. Essa diferença pode ter ocorrido pelas épocas distintas de condução dos trabalhos, como também pela diferença na adaptação de genótipos onde os trabalhos foram realizados.

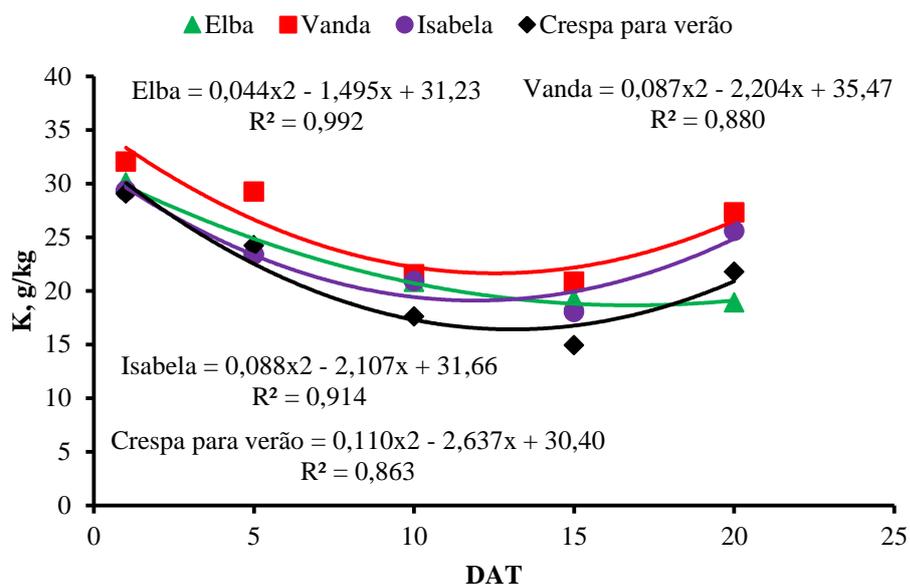
Tabela 6- Teores de potássio (K) na parte aérea das alfaces ‘Elba’, ‘Vanda’, ‘Isabela’ e ‘Crespa para Verão’ em função dos dias após transplante (DAT).

DAT	Elba	Vanda	Isabela	Crespa para Verão
	----- g kg <sup>-1</sup> -----			
1	30,09aA	32,03aA	29,34aA	29,06aA
5	24,29bB	29,23aB	23,39bC	24,20bB
10	20,82aC	21,53aC	20,90aC	17,62bC
15	19,19aC	20,85aC	18,01aD	14,92bC
20	18,91bC	27,30aB	25,58aB	21,76bB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a nível de 5% de probabilidade.

As cultivares de alface apresentaram no presente trabalho apresentam comportamento bem semelhante ao de Martins *et al.* (2006), onde a decréscimo exponencial no teor de K durante o ciclo vegetativo das plantas, com acréscimo no 20° DAT (Figura 4).

Figura 4- Teor de potássio em função dos dias após plantio (DAT)



Apesar do teor de K apresentar-se abaixo dos teores observados por alguns autores, as plantas não apresentaram deficiência para esse nutriente, sugerindo assim que os genótipos utilizados nessa região apresentam eficiência na utilização de K.

Podemos observar que os teores de N, P e K decrescem até o 15° DAT, essas reduções podem ser explicadas pelo efeito diluição, isto é, as concentrações dos nutrientes são diluídas com o crescimento da planta (Mishra & Kurchania, 2001 *apud* Reis, 2008). Ao 20° DAT os teores aumentam um pouco, isso pode ser explicado pela ausência de fotossíntese, visto que, estava em período chuvoso sem a presença de luz solar.

### 5.3. Acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em plantas de alface

Os fatores cultivar, DAT e a interação cultivar x DAT influenciaram o acúmulo de N na massa seca da parte aérea das plantas de alface, enquanto o acúmulo de P foi influenciado somente pelo fator DAT, não sendo influenciado pelas cultivares nem pela interação, já o acúmulo de K não diferiu entre as cultivares, mas foi influenciado pelo DAT e pela interação (Tabela 2).

Observou-se que a cultivar ‘Crespa para Verão’ apresentou maior acúmulo de N no final do ciclo, seguida pelas cultivares ‘Vanda’, ‘Elba’ e ‘Isabela’ (Tabela 7). Nota-se também que os maiores incrementos na acumulação desse nutriente foram observados no período do 15° ao 20° DAT (Figura 5). Resultados maiores para acúmulo de N foram obtidos por Martins *et al.* (2006) utilizando a cultivar ‘Isabela’ na região de Mossoró-RN, com

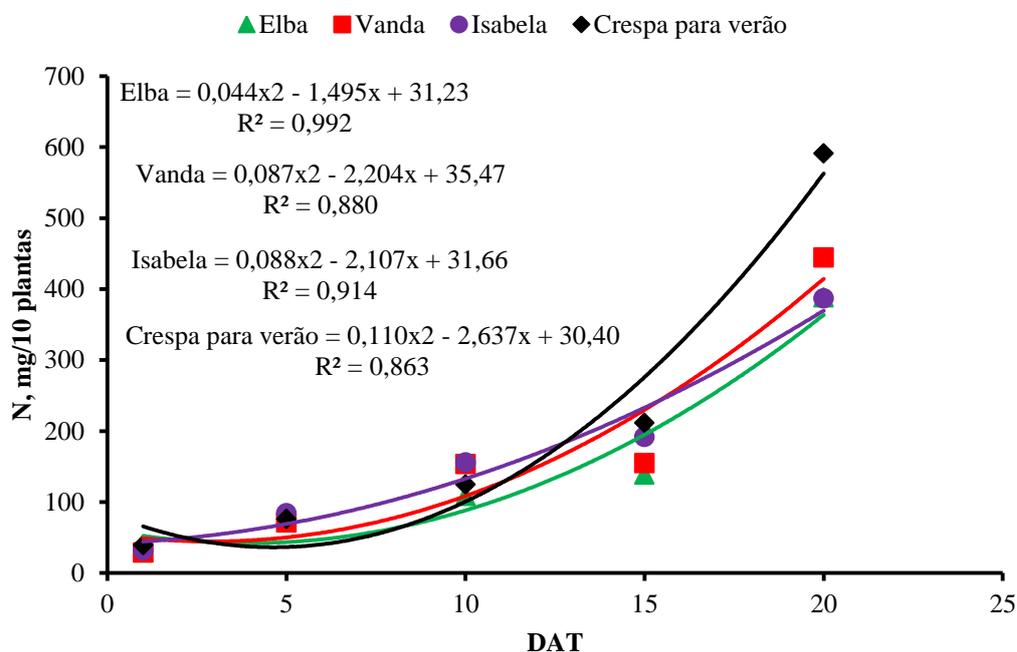
acúmulo de  $100 \text{ mg planta}^{-1}$  ao  $20^\circ \text{ DAT}$ . Os resultados obtidos ao  $20^\circ \text{ DAT}$  também foram inferiores aos de Beninni, Takahashi e Neves (2005) para a cultivar ‘Verônica’ em sistema hidropônico no estado do Paraná, que foi de  $69 \text{ mg planta}^{-1}$  ao  $21^\circ \text{ DAT}$ . O que pode ser explicado pela coleta de folhas com pleno desenvolvimento e o elemento ter sido translocado via floema para regiões mais jovens ainda em fase de crescimento, como também pela diferença das condições climáticas nas quais os experimentos foram conduzidos.

Tabela 7- Acúmulo de nitrogênio (N) na parte aérea das alfaces ‘Elba’, ‘Vanda’, ‘Isabela’ e ‘Crespa para verão’ em função dos dias após transplante (DAT).

DAT	Elba	Vanda	Isabela	Crespa para Verão
	----- mg 10 plantas <sup>-1</sup> -----			
1	28,56aC	28,92aC	31,87aC	39,04aC
5	79,31aC	71,11aC	84,00aC	76,10aC
10	108,50aB	153,13aB	155,45aB	124,63aC
15	138,50aB	154,62aB	191,38aB	211,47aB
20	388,27bA	444,43bA	386,59bA	590,88aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a nível de 5% de probabilidade.

Figura 5- Acúmulo de nitrogênio (N) em plantas de alface em função dos dias após o transplante (DAT)



O acúmulo de P na parte aérea das plantas foi crescente com a idade da planta, apresentando baixo incremento até ao  $10^\circ \text{ DAT}$  e incrementos acentuados a partir deste período até a época de colheita, ao  $20^\circ \text{ DAT}$  (Tabela 8). O acúmulo de P foi semelhante ao obtido por Martins *et al.* (2006) ao  $20^\circ \text{ DAT}$  na cultivar ‘Isabela’ que foi de  $10 \text{ mg planta}^{-1}$ .

Grangeiro *et al.* (2006), observaram para a cultivar ‘Verônica’ do grupo crespa acumulação de 80 mg planta<sup>-1</sup> em sistema convencional aos 22° DAT na região de Mossoró-RN. Isto sugere que neste caso tanto os genótipos como o sistema de cultivo interferem no acúmulo.

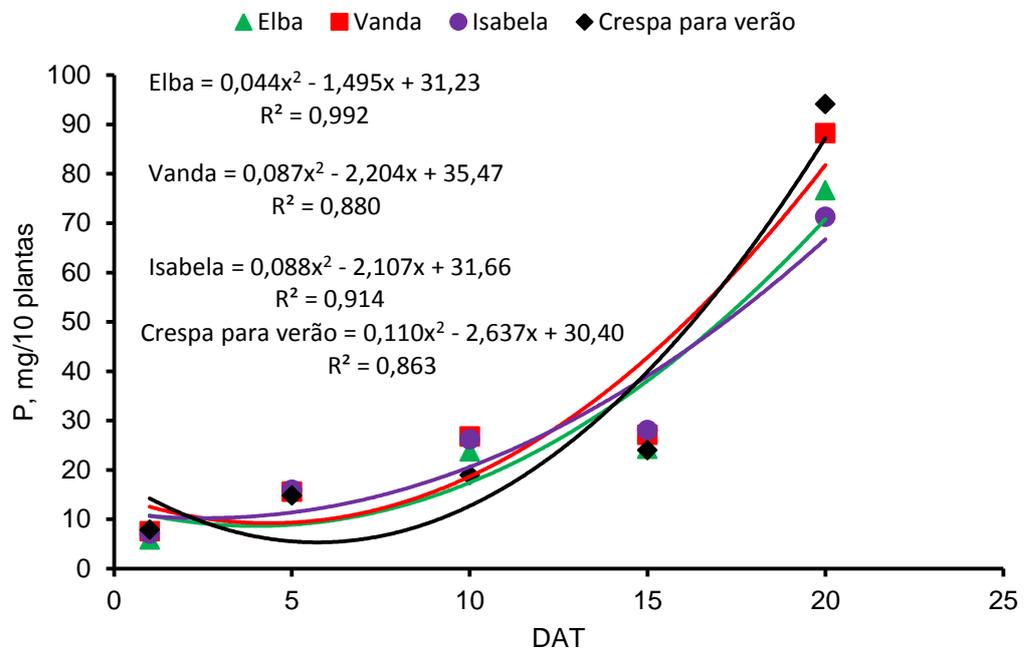
Tabela 8- Acúmulo de fósforo (P) na parte aérea das alfaces ‘Elba’, ‘Vanda’, ‘Isabela’ e ‘Crespa para verão’ em função dos dias após transplante (DAT).

DAT	Elba	Vanda	Isabela	Crespa para Verão	Média
	----- mg 10 plantas <sup>-1</sup> -----				
1	5,83	7,53	7,04	7,84	7,06C
5	15,60	15,53	15,94	14,80	15,47C
10	23,72	26,77	26,14	18,92	23,89B
15	24,22	27,06	28,01	23,98	25,82B
20	76,64	88,24	71,28	94,11	82,56A
Médias	29,20a	33,03a	29,68a	31,93a	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a nível de 5% de probabilidade

Com base nas linhas de tendência podemos observar o acúmulo crescente de P em função dos DAT, e que a cultivar ‘Crespa para Verão’ apresentou maior acúmulo no final do ciclo da cultura (Figura 6).

Figura 6- Acúmulo de fósforo (P) em plantas de alface em função dos dias após o transplante (DAT)



As cultivares ‘Crespa para Verão’ e ‘Vanda’ apresentaram acúmulos de K superiores as demais no período de colheita, sendo seguidas por ‘Isabela’ e ‘Elba’ (Tabela 9). Sabendo que o acúmulo de nutrientes acompanha o crescimento da planta segundo Albuquerque e Albuquerque (2008), sugere-se que as cultivares ‘Crespa para Verão’ e ‘Vanda’ se mostram mais eficientes no acúmulo de K pela parte aérea.

O acúmulo de K na parte aérea das plantas foi crescente com a idade da planta, apresentando baixo incremento até ao 10º DAT e incrementos acentuados a partir deste período até a época de colheita, ao 20º DAT (Figura 7).

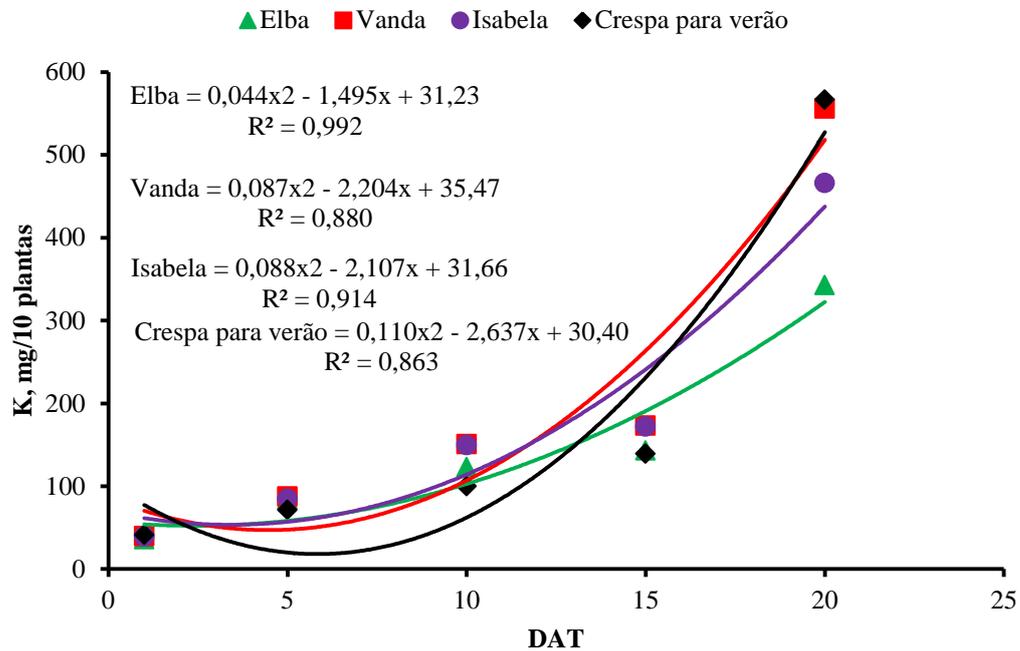
As quantidades acumuladas em todas as cultivares ao 20º DAT, foram inferiores aos resultados obtidos por Martins *et al.* (2006) trabalhando com a cultivar ‘Isabela’, na qual apresentou aproximadamente 1500 mg 10 plantas<sup>-1</sup>, ao 20 DAT. Resultados também inferiores aos de Grangeiro *et al.* (2006), que observaram acúmulo de K de 4500, 3500 e 3300 mg planta<sup>-1</sup> nas alfaces ‘Babá de Verão’, ‘Tainá’ e ‘Verônica’ ao 22º DAT, respectivamente. Sugerindo que as cultivares utilizadas nesse trabalho em sistema hidropônico para essa região foram eficientes no acúmulo de nutrientes, já que nenhuma planta apresentou sintomas de deficiência desse nutriente.

Tabela 9- Acúmulo de potássio (K) na parte aérea das alfaces ‘Elba’, ‘Vanda’, ‘Isabela’ e ‘Crespa para Verão’ em função dos dias após transplante (DAT).

DAT	Elba	Vanda	Isabela	Crespa para verão
----- mg 10 plantas <sup>-1</sup> -----				
1	35,74aB	39,68aC	39,20aC	41,39aB
5	83,90aB	87,61aC	84,80aC	71,38aB
10	122,93aB	150,72aB	149,63aB	99,65aB
15	142,99aB	173,13aB	171,82aB	139,0 aB
20	342,77cA	555,72aA	466,21bA	566,76aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a nível de 5% de probabilidade.

Figura 7: Acúmulo de potássio em plantas de alface em função dos dias após o transplântio (DAT)



A ordem decrescente do acúmulo dos macronutrientes ao 20° DAT foi:  $K > N > P$ , nas cultivares ‘Vanda’ e ‘Isabela’, estando de acordo com o observado por Grangeiro *et al.* (2006) e Kano *et al.* (2012) com alface ‘Verônica’. Porém, as cultivares ‘Elba’ e ‘Crespa para Verão’ apresentaram sequência de acúmulo diferente, sendo a seguinte ordem  $N > K > P$ .

## 6 CONCLUSÃO

- A produção de massa seca parte aérea das alfaces segue a seguinte ordem: ‘Crespa para verão’ > ‘Vanda’ > ‘Elba’ > ‘Isabela’. Porém, a cultivar ‘Crespa para verão’ apresentou pendoamento precoce, não sendo recomendada para a região;
- Os maiores acúmulos de nutrientes ocorrem após o 10º DAT, sugerindo que o produtor deve fazer maior aporte de nutrientes na solução nutritiva a partir desse período.

## 7 REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, T.C.S.; ALBUQUERQUE NETO, A.A.R. **Concentração e marcha de absorção de nutrientes minerais e acúmulo de matéria fresca na alface cultivada em três substratos**. Embrapa Semi-árido. Petrolina, PE, 2008.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P. C. **Classificação Climática de Köppen e Thornthwaite para o Estado da Paraíba**. Paraíba, 2014.
- BENINNI, E. R. Y.; TAKAHASHI, H. W.; NEVES, C. S. V. J. Concentração e acúmulo de macronutrientes em alface cultivada em sistemas hidropônico e convencional. **Semina**, Londrina, v. 26, n. 3, p. 273-282, 2005.
- Classificação botânica da alface. Disponível em:< <https://species.wikimedia.org/wiki/>>. Acesso em: abril. 2016.
- COMETTI, N. N. **Nutrição Mineral da Alface (Lactuca sativa L.) em Cultura Hidropônica - Sistema NFT**. Tese (doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia, Seropédica, RJ, 2003.
- COSTA, C. P.; SALA, F. C. A evolução da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 1, 2005.
- Cultivares de alface. Disponível em:< <http://www.sakata.com.br/> >. Acesso em: maio. 2016.
- Cultivares de alface. Disponível em:< <http://agristar.com.br/topseed/> >. Acesso em: maio. 2016.
- EYSINGA, J. P. N. L. R. van; SMILDE, K. W. **Nutritional disorders in glasshouse lettuce**. Wageningen: Centre for Agricultural publishing and documentation, p. 56, 1971.
- FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; VILELA, L.A.A.. **Produção de alface em hidroponia**. Lavras: UFLA, p.50, 1996.
- FERREIRA, M. E; CASTELLANE, P. D; CRUZ MCP. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba-SP, p.487, 1993.
- FURLANI, P.R.; PURQUERIO, L.F.V. **Avanços e desafios na nutrição de hortaliças. In: Nutrição de Plantas: diagnose foliar em hortaliças**. Jaboticabal: FCAV/CAPEF/FUNDUNESP, p.45-62, 2010
- FURLANI, P.R.; BOLONHEZI, D.; SILVEIRA, L.C.P.; FAQUIN, V. Nutrição mineral de hortaliças, preparo e manejo de soluções nutritivas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200-01, 1999.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: editora Ceres, v.1, p.289-295, 2000.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**, 3ª ed. Viçosa: UFV, p.421, 2008.
- GOMES, S. A.; NEGREIROS, J. R. S.; LAVIOLA, B. G.; MARTINEZ, H. E. P.; PEREIRA, R. G.; FONTES, P. C. R. Influência da relação K:N na produtividade e concentração de nutrientes de três cultivares de alface em cultivo hidropônico. **Revista Ceres**, Viçosa, MG. 2006.
- GRANGEIRO, L. C.; COSTA, K. R.; MEDEIROS, M. A.; SALVIANO, A. M.; NEGREIROS, M. Z.; BEZERRA, NETO F.; OLIVEIRA, S. L. Acúmulo de nutrientes por

três cultivares de alface cultivadas em condições do Semi-Árido. **Horticultura Brasileira** 24: 190-194. 2006.

HENRÍQUEZ, C.; KAMOGAWA, M.; SUENAGA, K.; ZAGATTO, G. Sistema automatizado para o monitoramento das concentrações de macronutrientes em soluções. **Revista hidroponia**, dezembro, 2015.

Hidroponia no Brasil. Disponível em: < <http://www.labhidro.cca.ufsc.br/hidroponia-no-brasil> > acesso em: maio. 2016.

Hortaliças em números. Disponível em: < [www.cnph.embrapa.br/paginas/hortalicas](http://www.cnph.embrapa.br/paginas/hortalicas) >. Acesso em: junho. 2016.

JÚNIOR, A. W.; DINIZ, E. R.; SANTOS, C. B.; SILVA, N. F. da.; SILVA, D. E. da.; TEIXEIRA, W. S.; SONNENBERG, P. E. Crescimento e produção de cultivares de alface em função de doses de fósforo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 1, Suplemento, Resumos, 2006.

KANO, C.; CARDOSO, A. I. I.; VILLAS BOAS, R. L. Acúmulo de nutrientes e resposta da alface à adubação fosfatada. **Revista Biotemas**, 25 (3), 2012.

LOPES, M.C.; FREIER, M.; MATTE, J.C.; GÄRTNER, M.; FRANZENER, G.; NOGAROLLI, E.L.; SEVIGNANI, A. Acúmulo de nutrientes por cultivares de alface em cultivo hidropônico no inverno. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 211-215, 2003.

LORENZI, C. O. **Percepção, aceitação e adoção pelo consumidor de novas variedades de alface (*Lactuca sativa*)**. Maresalq, p.62, 2014.

MARTINS, C.M.; MEDEIROS, J.F.; GRANGEIRO, L.C.; BRAGA, D.F.; LOPES, W.A.R.; AMORIM, L.B.; PAIVA, V.F.L.; TEÓFILO, T.M.S. **Curva de absorção de nutrientes em alface hidropônica**. Mossoró, RN, 2006.

OLIVEIRA, A.P.; ARAÚJO, L.R.; MENDES, J.E.M.F.; DANTAS JÚNIOR, O.R.; SILVA, M.S. Resposta do coentro à adubação fosfatada em solo com baixo nível de fósforo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 87-89, 2004.

PINHEIRO, J. I. **Acúmulo e exportação de N P K em plantas de alface e coentro produzidas em sistema orgânico**. Monografia- Universidade Federal do Ceará, Departamento de Ciências do solo, Ceará, 2015.

POTRICH, A.C.G.; PINHEIRO, R.R.; SCHMIDT D. Alface hidropônica como alternativa de produção. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15, p.36-48, 2012.

QUEIROGA RCF; BEZERRA NETO F; NEGREIROS MZ; OLIVEIRA AP; AZEVEDO CMSB. Produção de alface em função de cultivares e tipos de tela de sombreamento nas condições de Mossoró. **Horticultura Brasileira** 19: 324-328. 2001.

REIS, M.R.; SILVA, A.A.; GUIMARÃES, A.A.; KHOURI, C.R.; FERREIRA, E.A.; FERREIRA, F.A.; FREITAS, M.A.M. Dinâmica de nutrientes em tecidos foliares de cana-de-açúcar após aplicação de herbicidas. **Planta daninha**, vol.26 no.1, Viçosa, 2008.

RESENDE, F. V.; SAMINÊZ, T. C. O.; VIDAL, M. C. Cultivo de Alface em Sistema Orgânico de Produção: **Circular Técnica**. Brasília: Embrapa, p. 16 2007.

SANCHEZ, S.V. **Avaliação de cultivares de alface crespa produzidas em hidroponia tipo NFT em dois ambientes protegidos em Ribeirão Preto (SP)**. Ribeirão Preto, SP, 2007.

SALA FC; COSTA CP. 'GLORIOSA': Cultivar de alface americana tropicalizada. **Horticultura Brasileira** 26: 409-410. 2008.

SALA, FC. Melhoramento genético de alface. In: Congresso brasileiro de olericultura, 51. **Horticultura Brasileira** 29. Viçosa, 2011.

SALA, F.; COSTA, C. P.; Variedades de alface mais crocantes conquistam o mercado brasileiro. **Globo Rural**, edição do dia 02/11/2014.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes** / editor técnico, 2ª. ed. rev. ampl. - Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p.627, 2009.

SOUSA, C. S.; BONETTI, A. M.; GOULART FILHO, L. R.; MACHADO, J.R. A.; LONDE, L. N.; BAFFI, M. A.; RAMOS, R. G.; VIEIRA, C. U.; KERR, W. E. **Divergência genética entre genótipos de alface por meio de marcadores AFLP**. *Bragantia*, v.66, p.11-16, 2007.

TERRA, S.B.; MARTINS, S.R.; FERNANDES, H.S.; DUARTE, G.B. Exportação de macronutrientes em alface cultivada no outono-inverno e na primavera com adubação orgânica em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, supl. julho, 2001.

WIKISPECIES. Disponível em: < [https://species.wikimedia.org/wiki/Lactuca\\_sativa](https://species.wikimedia.org/wiki/Lactuca_sativa) >. Acesso em: maio. 2016