

DOI: <http://dx.doi.org/10.18265/1517-0306a2021id4697>

Concentração e acúmulo de macronutrientes em cultivares de alfaces crespas adubadas com urina oxidada de vaca

Jaiane Eva da Silva ^[1] , José Lucínio de Oliveira Freire ^[2], José Gomes Barreto Neto ^[3], Naelson Araújo dos Santos ^[4].

[1] jaianeeva@hotmail.com. [2] prof.lucinio@gmail.com. [3] netobarreto001@hotmail.com. [4] naelsonasantos@gmail.com. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Campus Picuí / Discente da Pós-Graduação em Gestão dos Recursos Ambientais do Semiárido.

RESUMO

Nos sistemas produtivos convencionais de alface, o principal insumo orgânico utilizado nas adubações é o esterco bovino, entretanto novas fontes nutricionais começam a ser testadas, entre elas a urina oxidada de vaca diluída em água. O uso da urina de vaca na alface, além de atender ao critério de sustentabilidade, pode fornecer nutrientes mineralizados essenciais às plantas. Este trabalho objetivou avaliar os efeitos da aplicação de urina oxidada de vaca na quantificação de biomassa e nos teores de macronutrientes em duas cultivares de alfaces crespas. O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições e três plantas por parcela, em esquema 5 x 2, referente aos efeitos de cinco concentrações de urina de vaca (0,0; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0%), em duas cultivares de alface, a verde Elba e a roxa Rosabela. A alface Elba apresentou biomassas secas nos órgãos superiores à roxa Rosabela. As aplicações de urina oxidada de vaca não suprimiram, adequadamente, as alfaces em nitrogênio e fósforo. Nos tecidos foliares das alfaces, os teores de nutrientes obedeceram à ordem decrescente K > N > P. As aplicações de urina oxidada de vaca a 4,0% e 2,2% suprimiram, satisfatoriamente, em potássio as alfaces.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L. Agricultura sustentável. Nutrição mineral.

Macronutrient concentration and accumulation in curly lettuce cultivars fertilized with oxidized cow urine

ABSTRACT

In conventional lettuce production systems, the main organic input used in fertilization is bovine manure, however new nutritional sources are beginning to be tested, including oxidized cow urine diluted in water. The use of cow's urine on lettuce, in addition to meeting the sustainability criterion, can provide essential mineralized nutrients to plants. This work aimed to evaluate the effects of the application of oxidized cow urine on the quantification of biomass and on the levels of macronutrients in two cultivars of curly lettuce. The design used in two blocks was randomized, with four replications and three plants per plot, in a 5 x 2 scheme, referring to the effects of five concentrations of cow urine (0.0; 1.0; 2.0; 3.0 and 4.0%), in two lettuce cultivars, the green Elba and the purple Rosabela. The Elba lettuce showed dry biomass in the organ's superior to the purple Rosabela. The applications of oxidized cow urine did not adequately supply the lettuces in nitrogen and phosphorus. In leaf tissues of lettuces, the nutrient contents followed the decreasing order K > N > P. The applications of oxidized cow urine at 4.0% and 2.2% satisfactorily supplied the lettuces in potassium.

Keywords: *Lactuca sativa* L. Sustainable Agriculture. Mineral nutrition.

1 Introdução

Os sistemas produtivos convencionais seguem um modelo tecnológico que gera incontestáveis impactos socioeconômicos e ambientais, embora suas produtividades nas culturas alimentícias promovam alta em alguns casos, fazendo surgir, então, uma agricultura à margem dos critérios modernos de sustentabilidade (FREIRE, *et al.*, 2016). O setor produtivo de hortaliças, de certo modo, foi influenciado diretamente de forma negativa por esse modelo de agricultura aplicado, haja vista a produção já tradicional de alfaces em cultivos hidropônicos, com uso de adubos solúveis diluídos em água.

Ante os hábitos alimentares saudáveis do consumidor moderno, a produção de alfaces de base orgânica vem se tornando uma opção de renda para um nicho específico de agricultores que trabalham com hortaliças. Sabe-se que a base do cultivo orgânico é o uso de insumos ou condicionadores orgânicos que têm a função precípua de melhorar o ambiente edáfico e, principalmente, nutrir as plantas, notadamente as de ciclo curto, como a alface.

Sendo a alface uma hortaliça folhosa, o nutriente essencial mais importante à planta é o nitrogênio. Nos sistemas produtivos locais de hortaliças, a nível de Curimataú paraibano, a principal fonte orgânica é o esterco bovino.

Como alternativa a esse insumo, trabalhos de Freire *et al.* (2016) e Freire *et al.* (2019b) testam o uso da urina oxidada de vaca em cultivares de alface.

No entanto, é notório que a aplicação da urina oxidada de vaca diluída em água pode contribuir para o aumento do conteúdo de biomassa seca nos diferentes compartimentos de plantas (NASCIMENTO *et al.*, 2017), da capacidade fotossintética (FREIRE *et al.*, 2017; FREIRE *et al.* 2019a) e da produtividade das culturas anuais (FREIRE *et al.* 2016). Além desses, já foi evidenciado também que, em condições de irrigação com águas salinas, a urina de vaca tem o potencial de reduzir os efeitos nocivos do estresse salino em plantas glicófitas (FREIRE; NASCIMENTO, 2018), sendo, porém, escassa na literatura os benéficos gerados por este insumo, sobre a capacidade de alocação de biomassa e no acúmulo de NPK em cultivares de alfaces.

Assim, a urina oxidada de vaca, conforme descrito por Freire *et al.* (2019a), pode se constituir como um fator de grande importância agrícola, devido as suas múltiplas funções. Sendo capaz de fornecer nutrientes

mineralizados em quantidades adequadas para as plantas, além de ser útil no controle de pragas e doenças.

Nesse caso, diante da importância socioeconômica da alface para a agricultura familiar e, ante a necessidade de mais pesquisas que forneçam subsídios sobre os efeitos da urina oxidada de vaca diluída em água, sobre os componentes produtivos desta hortaliça e a sua composição nutricional, é que se justifica a realização deste trabalho.

Com isso, este trabalho objetivou avaliar os efeitos da aplicação de urina oxidada de vaca na quantificação de biomassa e nos teores dos macronutrientes (N, P e K⁺) em duas cultivares de alfaces crespas.

2 Referencial Teórico

2.1 Aspectos gerais sobre a alface

A alface (*Lactuca sativa* L.), pertencente à família *Asteraceae*, é uma hortaliça herbácea, com sistema radicial do tipo pivotante, com ramificações muito finas, curtas, concentradas nos primeiros 25,0 cm (profundidade efetiva), podendo atingir até 60,0 cm de profundidade. Seu caule é curto, não ramificado, ao qual se prendem as folhas. Estas são amplas e crescem em roseta, em volta do caule, podendo ser lisas ou crespas, formando, ou não cabeça, com coloração que varia do verde-escuro ao verde amarelo ou roxa, conforme a cultivar (FILGUEIRA, 2008; PUTTI, 2014).

A cultura da alface é muito exigente em nutrientes, principalmente o nitrogênio, sendo necessária a aplicação de adubos orgânicos para o atendimento da demanda nutricional das plantas (QUEIROZ; CRUVINEL; FIGUEIREDO, 2017).

Na fase de crescimento, o clima ameno é favorável à boa performance de quase todas as cultivares de alface. A incidência de temperaturas elevadas acelera a produção de látex e, dependendo do genótipo, pode resultar em plantas menores, com pendoamento precoce (HENZ; SUINAGA, 2009).

De acordo com Henz e Suinaga (2009), a alface pode ser agrupada em cinco tipos morfológicos, com base na formação da cabeça e tipo de folha, destacando-se a solta crespa (Elba) e a solta crespa roxa (Rosabela), objetos deste estudo.

Além da importância socioeconômica que representa, essa hortaliça é responsável pelo surgimento de novas possibilidades de uso de tecnologias sustentáveis, não perdendo de vista o

aumento da produtividade, com a redução no custo de produção, bem como a obtenção de um produto final de maior qualidade e menor preço (FREIRE *et al.*, 2019b).

O cultivo orgânico da alface possibilita ao produtor entregar para o consumidor um produto de melhor qualidade e, conseqüentemente, um produto de maior valor agregado. Além disso, faz com que o produtor diminua seus custos em longo prazo, uma vez que o aporte de insumos orgânicos se dá apenas num primeiro momento. Depois, a manutenção da fertilidade do solo fica por conta do manejo com a colocação, sempre que necessário, de matéria orgânica, de maneira que aquele nunca fique descoberto, integrando o plantio para comercialização com plantas que servirão como adubo verde e plantas que atraem inimigos naturais dos predadores das plantas que serão comercializadas (PRADO, 2018).

2.2 Benefícios da urina oxidada de vaca na agricultura

A utilização da urina de vaca diluída em água, nos sistemas produtivos, teve início no Brasil, com trabalhos realizados por pesquisadores da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio de Janeiro (Pesagro).

De acordo com Alencar *et al.* (2012), a urina de vaca pode ser considerada um fertilizante agrícola que possibilita aos pequenos produtores uma alternativa para reduzir a dependência de produtos externos, principalmente os agrotóxicos, pois além de servir como fonte de nutrientes, também tem efeito defensivo e promotor de crescimento.

É tido como um dos principais insumos alternativos atuais, ocupando espaço na produção de base agroecológica de hortaliças, como alface e couve-manteiga. É de fácil aquisição para os produtores de base familiar, agindo como repositor de nutrientes essenciais que a planta necessita (FREIRE *et al.*, 2016; FREIRE *et al.*, 2019a). A urina de vaca em solução constitui uma importante alternativa de adubação da cultura da alface em sistema de produção orgânica (ALENCAR *et al.*, 2012).

Para Pereira (2016), a urina de vaca vem sendo utilizada por agricultores familiares como insumo alternativo, visando ao fornecimento de nutrientes para as plantas, bem como a proteção dessas contra pragas e doenças. Além de proporcionar benefícios às plantas, o uso da urina de vaca se enquadra nos princípios da produção orgânica e agroecológica por reduzir a dependência de insumos externos. Esse

insumo apresenta em sua composição, além de macro e micronutrientes, os fitohormônios auxina (AIA) e giberlinas (GA3). Com isso, esse insumo orgânico apresenta potencial para ser utilizada como insumo alternativo na agricultura orgânica e agroecológica.

No aspecto nutricional para as plantas, conforme enfatiza Boemeke (2002), na urina de vaca há vários nutrientes, como nitrogênio, fósforo, potássio, magnésio e fenóis, que são substâncias que aumentam a resistência da planta.

Resultados positivos no crescimento e na produção têm sido relatados em função da aplicação de soluções de urina de vaca nos cultivos de abacaxi, alface (OLIVEIRA *et al.*, 2010; ALENCAR *et al.*, 2012; ANDRADE *et al.*, 2014; PEREIRA, 2015; FREIRE *et al.*, 2016), beterraba (OLIVEIRA *et al.*, 2012; FREIRE *et al.*, 2017), berinjela, couve (FREIRE *et al.*, 2019a; LOVATTO *et al.*, 2011), lima ácida (BARROS *et al.*, 2012), mandioquinha-salsa (OLIVEIRA *et al.*, 2006), pepino (CESAR *et al.*, 2007) e pimentão (ARAÚJO *et al.*, 2014; VÉRAS *et al.*, 2015) e rabanete (BEZERRA JUNIOR *et al.*, 2018).

Em estudos com o pimentão, Oliveira *et al.* (2004) avaliaram a produção em função da concentração de urina de vaca aplicada via foliar e da adubação mineral com N, P, K⁺, observando que a produtividade aumentou de forma linear com a elevação das concentrações de urina de vaca na presença e na ausência da adubação mineral.

César *et al.* (2007), observando os efeitos da urina de vaca em mudas de pepino, constataram que a urina estimulou significativamente o desenvolvimento das mudas, sendo que a resposta máxima ocorreu com a concentração de 20,0%.

Souza *et al.* (2011) avaliaram o efeito da aplicação de urina de vaca na cultura da cebola e constataram que a urina de vaca utilizada como fertilizante foi eficiente em relação ao peso, comprimento e diâmetro da cebola.

Em pesquisas realizadas por Lima *et al.* (2012), a utilização de urina de vaca em suspensão aquosa na concentração de 15% proporcionou maiores acréscimos na altura, na massa verde de raiz e da parte aérea das mudas de cenoura.

Na avaliação dos efeitos da urina de vaca aplicadas em intervalos de cinco, dez e quinze dias na alface, Alencar *et al.* (2012) observaram que o insumo, independentemente dos intervalos de aplicação avaliados, promove o crescimento das plantas de alface em escalas semelhante à utilização da adubação

convencional e que, em termos de produtividade, os melhores resultados foram encontrados com intervalos de cinco dias (18,5 t ha⁻¹) e de 15 dias (18,9 t ha⁻¹).

Pesquisas realizadas por Freire *et al.* (2019a) avaliando os teores clorofilianos, na composição mineral foliar da couve-manteiga adubada com urina de vaca, constataram que houve efeito linear nos teores foliares de nitrogênio em função das doses de urina aplicadas como fertilizante, tendo em vista que o teor de nitrogênio na folha foi elevando de acordo com o aumento gradativo de cada dose de urina, apresentando valores estimados de 24,4 g kg⁻¹ (0,0%), 26,9 g kg⁻¹ (4,0%), 29,4 g kg⁻¹ (8,0%), 31,8 g kg⁻¹ (12,0%), 34,4 g kg⁻¹ (16,0%) e 36,8 g kg⁻¹ na maior concentração (20,0%).

3 Material e Métodos

O trabalho foi realizado no Instituto Federal da Paraíba, *Campus* Picuí, em viveiro telado, com coberturas superior e lateral com sombrite de cor preta e 50% de passagem de luz. A área do estudo é georreferenciada pelas coordenadas de 6° 30' 31" de latitude Sul e 36° 21' 49" de longitude Oeste, a 466 m de elevação, apresentando clima, conforme a classificação de Köppen (MEDEIROS; MEGNA; BANDEIRA, 2012; ALVARES *et al.*, 2014), do tipo Bsh, semiárido quente, com precipitação predominantemente abaixo de 600 mm.ano⁻¹.

O solo do substrato foi coletado à profundidade de até 20 cm de profundidade, no Sítio Minador, Picuí-PB, sendo classificado como Neossolo Regolítico (SANTOS *et al.*, 2018).

A composição do substrato foi à base de solo e esterco bovino, na proporção de 3:1 (v:v), com atributos químicos determinados conforme Teixeira *et al.* (2017), e resultados analíticos constantes na Tabela 1.

A urina utilizada no experimento foi coletada de vacas em lactação, de rebanho leiteiro do Sítio Montevideu, no município de Nova Floresta-PB, sendo colocada em recipientes plásticos, armazenados e mantidos no escuro por um período de quatro dias antes da primeira aplicação, para fermentação.

Procedeu-se à análise da composição mineral da urina de vaca, quanto aos teores de N, P, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, S e micronutrientes (TEIXEIRA *et al.*, 2017), no Laboratório de Análises de Solos e Água da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (Tabela 1).

Tabela 1 – Composição química e fertilidade do substrato e da urina de vaca utilizados no experimento.

Substrato	Valores	Urina de vaca	Valores
pH (H ₂ O)	6,47	pH	8,60
P (mg dm ⁻³)	9,44	N (g kg ⁻¹)	7,00
K ⁺ (mg dm ⁻³)	260,00	P (g kg ⁻¹)	0,05
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,17	K ⁺ (g kg ⁻¹)	12,35
H ⁺ +Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,16	Ca ²⁺ (g kg ⁻¹)	0,33
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,00	Mg ²⁺ (g kg ⁻¹)	0,51
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	3,90	Na ⁺ (g kg ⁻¹)	5,48
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,50	Zn (mg kg ⁻¹)	4,00
SB (cmol _c dm ⁻³)	5,24	Cu (mg kg ⁻¹)	1,00
CTC (cmol _c dm ⁻³)	6,40	Fe (mg kg ⁻¹)	4,00
V (%)	81,87	Mn (mg kg ⁻¹)	1,00
MOS (g kg ⁻¹)	12,47	CE (dS m ⁻¹)	5,28

Soma de bases (Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺ + Na⁺); CTC = Capacidade de troca catiônica [SB + (H⁺ + Al³⁺)]; V = Saturação por bases trocáveis (SB/CTC) x 100; MOS = matéria orgânica do solo.

Os tratamentos foram conduzidos em dileneamento em blocos ao acaso, com quatro repetições e três plantas por unidade experimental, no fatorial 5 x 2, referente aos efeitos de cinco concentrações de urina de vaca (0,0; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0%) (v/v), em duas cultivares de alface crespa (verde Elba e roxa Rosabela). Foram realizadas aplicações de urina oxidada de vaca a cada sete dias, na dosagem de 0,15 dm³ por aplicação, em um total de seis aplicações em cobertura.

As mudas das cultivares Elba e Rosabela roxa foram produzidas em bandejas de isopor contendo 200 células, em substrato à base de 100% de húmus de minhoca Vermelha-da-Califórnia, sendo transplantadas para recipientes de plástico com volume de 3,6 dm³ quando possuíam quatro folhas definitivas. A aplicação de água foi efetuada diariamente.

A colheita das plantas foi realizada no período matutino, entre seis e sete horas, quando as plantas apresentaram o máximo do crescimento (38 dias após o transplante), sem incidência de produção de látex e/ou pendoamento, indicando ponto de colheita comercial (ALENCAR *et al.*, 2012).

Além disso, optou-se pela colheita no período da manhã para evitar imprecisões na determinação do peso da matéria fresca e outros atributos já utilizados

em dados já publicados. As partes vegetativas das alfaces foram destacadas da planta, posteriormente acondicionadas em sacos de papel e levadas para secagem em estufa com ventilação forçada de ar a 60 °C, por 72 horas. Após a secagem, o material foi triturado em moinho tipo Willey TE – 650®, utilizando-se peneira de 20 mesh.

A análise química do tecido vegetal foi realizada em digestão nítrico-perclórica. Através do extrato obtido nessa digestão, foram determinados os teores de fósforo por colorimetria e o de potássio por fotometria de chama. Para determinação de nitrogênio, foi realizada a digestão sulfúrica e destilação em micro Kjeldahl, conforme metodologias compiladas por Teixeira *et al.* (2017).

As variáveis analisadas foram:

a) alocação de biomassa foliar, caulinar e radicular; com adaptação do que preconiza Benincasa (2003), conforme equação abaixo:

$$ABV = (BSV \times BST) \times BST^{-1} \quad (1)$$

onde:

ABV = alocação da biomassa seca da parte vegetal (folha, caule e raiz) (g planta⁻¹);

BSV = biomassa seca da folha ou caule ou raiz (g planta⁻¹);

BST = biomassa seca total (g planta⁻¹).

b) concentrações ou teores de nitrogênio, fósforo e potássio foliar (g kg⁻¹);

c) acúmulo de nutrientes (N, P e K⁺), segundo adaptação de Filgueiras; Takahashi e Beninni (2002), conforme equação 2:

$$ACN = (BSF \times CN) \times 10^{-3} \quad (2)$$

onde:

ACN = acúmulo dos nutrientes (g planta⁻¹);

BSF = biomassa seca foliar (g planta⁻¹);

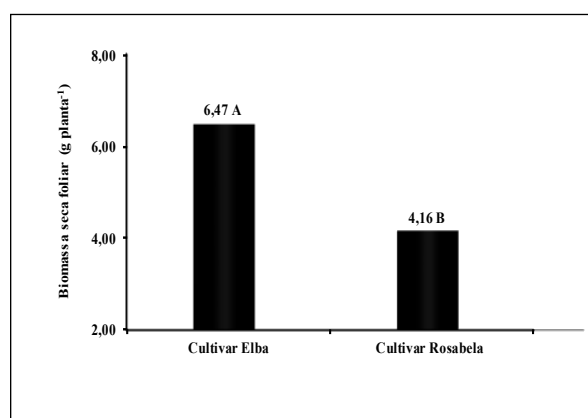
CN = concentração ou teores de nutrientes (N, P e K⁺) (g planta⁻¹).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste “F”, processados utilizando o software estatístico SISVAR 5.6®, com comparações de médias feitas pelo teste F aos níveis de 1% e de 5% de probabilidade (FERREIRA, 2011).

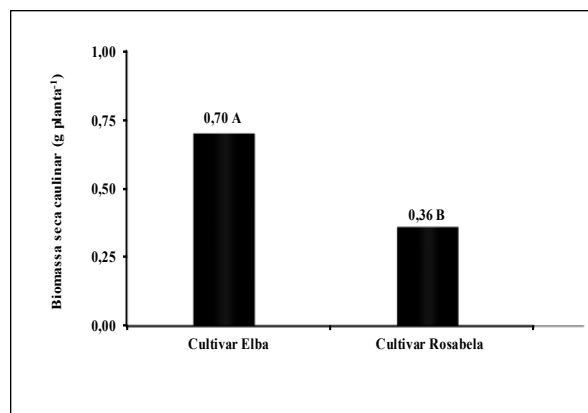
4 Resultados e discussão

Ocorreram efeitos isolados das cultivares nas biomassas secas foliar, caulinar e radicular, sendo que a cultivar Elba apresentou valores médios mais expressivos do que os observados na Rosabela (Figuras 1, 2 e 3), possivelmente em face de uma maior expansão radicular da Elba, permitindo que ela explore melhor as condições edáficas, tornando mais eficiente o processo de absorção da solução do solo.

Figura 1 – Biomassas secas foliar (a) e caulinar (b) de alfaces cresas Elba e Rosabela.



(a)



(b)

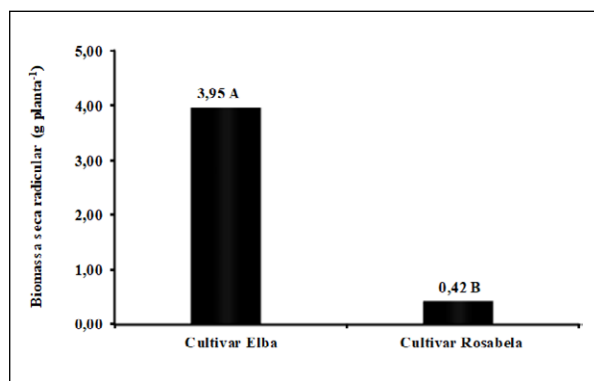
Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborada pelos autores.

As biomassas secas foliares e caulinares foram de 6,47 e 0,70 g planta⁻¹ (Elba) e 4,16 e 0,36 g planta⁻¹ (Rosabela), conforme os dados apresentados nas Figuras 1 e 2, com superioridade da cultivar Elba de 55,5% em relação à cultivar Rosabela (biomassas secas foliares) e 94,4% (biomassa secas caulinares),

respectivamente. Esses resultados estão coerentes com os valores médios de massas frescas da parte aérea apresentados por Freire *et al.* (2016) entre as duas cultivares analisadas. Os autores destacaram que as alfaces crespas Elba e roxa Rosabela apresentaram valores médios de massa fresca da parte aérea de 123,0 e 95,4 g planta⁻¹, respectivamente.

Figura 2 – Biomassas secas radiculares de alfaces crespas Elba e Rosabela.



Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

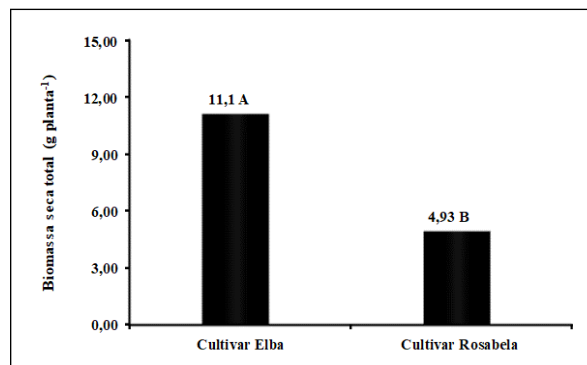
Fonte: Elaborada pelos autores.

Com relação à biomassa seca radicular, os valores médios observados foram de 3,95 (Elba) e 0,42 g planta⁻¹ (Rosabela). Esse comportamento possivelmente esteja associado à maior resistência e adaptação da cultivar Elba ao ambiente de cultivo, visto que esta cultivar apresentou teores de biomassa superiores em todos os órgãos da planta (Figuras 1 e 2).

Em decorrência do comportamento de biomassa seca observado na parte aérea, a biomassa seca total apresentada foi com valores médios superiores na cultivar Elba em relação à Rosabela (125,2%). Os valores médios de biomassa seca total de ambas as cultivares foram de 11,1 e 4,93 g planta⁻¹, respectivamente (Figura 3), superiores aos valores observados por Cavalheiro *et al.* (2015) trabalhando com a cultivar Vanda sob fontes de adubação orgânica em ambientes protegidos.

A alocação de biomassa foliar, que se refere ao percentual de translocação de nutrientes a serem expressos na matéria seca foliar, foi influenciada, de forma isolada, pelas doses de urina oxidada de vaca aplicadas (Figura 4) e pelas cultivares testadas (Figura 5).

Figura 3 – Biomassa seca total em cultivares de alfaces crespas Elba e Rosabela.

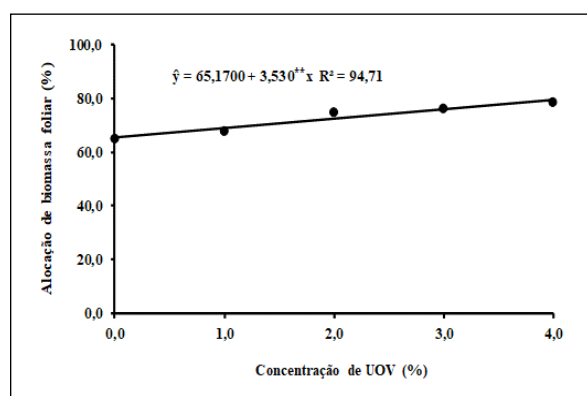


Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborada pelos autores.

A alocação de biomassa foliar foi elevada em 3,53% a cada percentual de urina de oxidada de vaca aplicada às plantas (Figura 4), o que reflete o efeito positivo e promissor desse insumo em aumentar o conteúdo de biomassa nos diferentes compartimentos foliares das alfaces. O incremento na alocação de biomassa foliar foi de 21,7% com aplicação de 4,0% de urina de vaca (79,3%), em comparação com a testemunha (0,0%), o que reflete a ação dos componentes nutricionais do insumo, notadamente o nitrogênio, no comportamento vegetativo das cultivares testadas, coerente com o observado por Freire *et al.* (2016).

Figura 4 – Alocação de biomassa seca foliar em cultivares de alfaces Elba e Rosabela em função da concentração de urina oxidada de vaca (UOV).

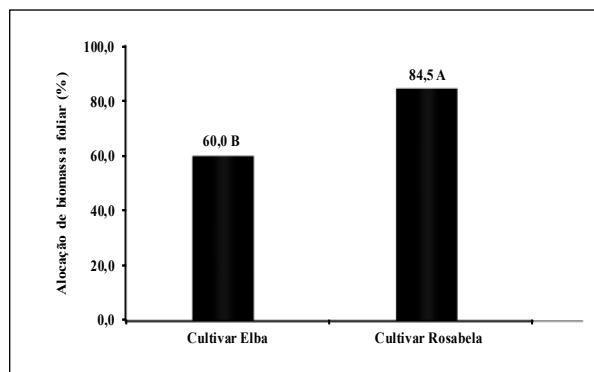


Fonte: Elaborada pelos autores.

As cultivares de alfaces crespas Elba e Rosabela apresentaram valores médios de alocação de biomassa foliar superiores a 50,0%, de forma mais expressiva

na cultivar Rosabela (84,5%), conforme se observa na Figura 5.

Figura 5 – Percentuais de alocação de biomassa seca foliar de alfaces crespas Elba e Rosabela.



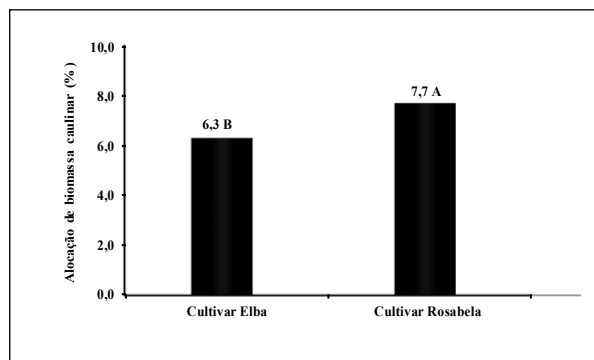
Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Carini *et al.* (2012), avaliando o comportamento de quatro cultivares de alfaces crespas (Crocante, Emilia, Pira Verde e Pira Roxa) em sistemas hidropônicos, também observaram respostas diferenciadas entre as cultivares para essa variável, com maior alocação no tecido foliar em relação aos demais, semelhante ao constante nesta pesquisa para as cultivares Elba (60,0%) e Rosabela (84,5%).

De forma semelhante para a alocação de biomassa foliar (Figura 5), a alocação de biomassa caulinar na cultivar Rosabela foi superior ao verificado na cultivar de alface Elba, com valores médios respectivos de 7,7% e 6,3% (Figura 6).

Figura 6 – Alocação de biomassa caulinar de alfaces crespas Elba e Rosabela cultivadas em substratos com uso de urina de vaca.



Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

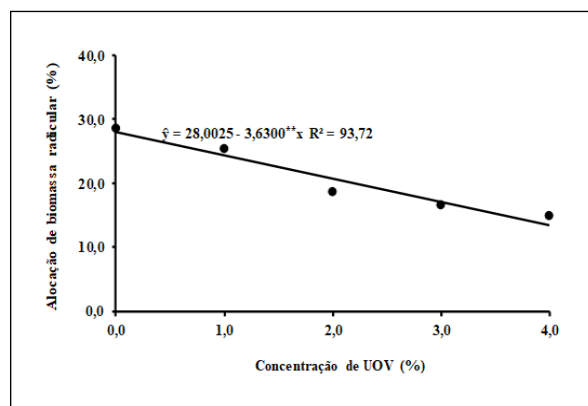
Fonte: Elaborada pelos autores.

De acordo com Qi, Hu e Liu (2019), a alocação de biomassa nos diferentes órgãos da planta varia de acordo com a sua necessidade, sendo maior nas folhas, conforme observado nesta pesquisa em ambas as cultivares (Figura 5), em razão do aumento da taxa fotossintética.

A alocação de biomassa radicular foi afetada, significativamente, pelas dosagens de urina oxidada aplicada (Figura 7) e pelas cultivares (Figura 8).

O aumento da dosagem de urina de vaca reduziu a alocação de biomassa nas raízes (Figura 7), com redução de 3,63% na variável a cada aumento unitário na concentração do insumo orgânico. Esses resultantes são coerentes com os apresentados na Figura 4, haja vista que a alocação de biomassa seca foliar se elevou com o aumento das dosagens de urina oxidada de vaca aplicadas.

Figura 7 – Alocação de biomassa seca radicular em cultivares de alfaces crespas Elba e Rosabela em função da aplicação de urina de vaca.



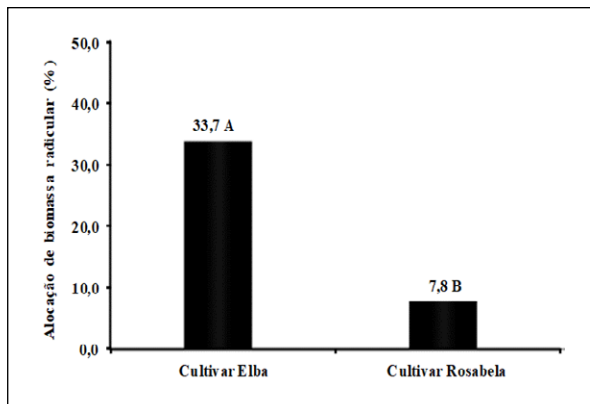
Fonte: Elaborada pelos autores.

Esse efeito pode ser explicado pelo desbalanço nutricional ocasionado pela alcalinidade da urina de vaca (pH = 8,6), conforme Tabela 2, o que, possivelmente tenha retardado o crescimento das raízes de alfaces, reduzindo a alocação de biomassa seca nesse órgão. Oliveira *et al.* (2009) não apresentaram resultados de crescimento radicular da beterraba com uso de doses de até 10,0% de urina de vaca.

Os valores médios de alocação de biomassa seca radicular da cultivar Elba (33,7%) foram superiores ao da Rosabela (7,8%), de acordo com o exposto na Figura 8. De acordo com Qi, Hu e Liu (2019), a alocação nas raízes pode tornar-se maior em algumas espécies, ou cultivares, como se observou na cultivar Elba em

comparação com a Rosabela, em razão de uma estratégia vegetal para maior eficiência de absorção de água e de nutrientes, o que, possivelmente, justifique as diferenças entre ambas no percentual de alocação de biomassa seca radicular (Figura 8) e foliar (Figura 5).

Figura 8 – Alocação de biomassa radicular de alfaces cresas Elba e Rosabela.

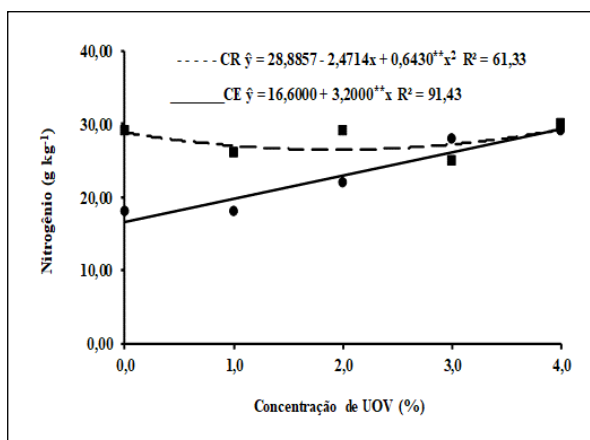


Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Os teores foliares de nitrogênio nas alfaces foram influenciados pela interação cultivares e doses de urina de vaca, de formas quadrática (Rosabela) e linear (Elba), conforme a Figura 9.

Figura 9 – Teores foliares de nitrogênio em alfaces cresas Elba (CE) e Rosabela (CR) em função da aplicação de urina de vaca.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Na cultivar Rosabela, que apresentou efeito quadrático, os teores médios de nitrogênio foliares foram elevados de 28,8 g kg⁻¹ a 29,4 g kg⁻¹ com a maior

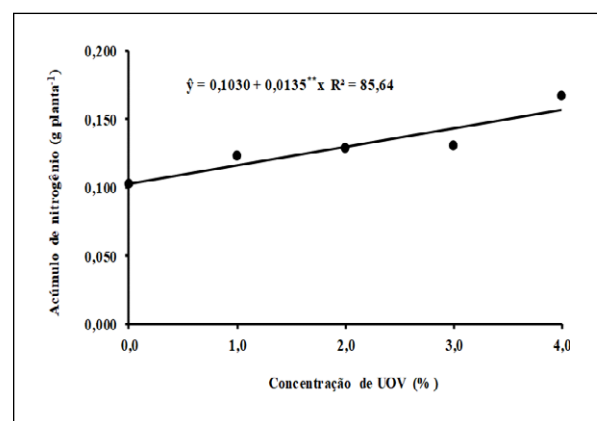
dosagem de urina oxidada de vaca, apresentando valores mínimos deste nutriente no tecido foliar de 26,5 g kg⁻¹ quando foi aplicado o insumo orgânico a 1,9%. Já na cultivar Elba, os teores de nitrogênio no tecido foliar foram de 16,6 g kg⁻¹ (0,0%), 19,8 g kg⁻¹ (1,0%), 23,0 g kg⁻¹ (2,0%), 26,2 g kg⁻¹ (3,0%) e 29,4 g kg⁻¹(4,0%), com acréscimos de 95,5% com a aplicação da dose máxima do insumo orgânico em comparação com a testemunha.

De acordo com Trani e Raji (1997), a alface é considerada adequadamente suprida em nitrogênio quando os teores dele no tecido foliar estão na faixa de 30,0 a 50,0 g kg⁻¹, o que se infere que ambas as cultivares desta pesquisa se encontram com teores deficitários, independentemente da dosagem de urina de vaca aplicada.

Oliveira *et al.* (2010), ao avaliarem os efeitos de urina de vaca nos teores de nitrogênio em folhas de alface, constataram teores foliares médios de 27,5 g kg⁻¹ em aplicação em cobertura na dosagem máxima de 1,25%.

Quando adubadas com dose de urina a 4,0%, as plantas de alfaces cresas apresentaram valores estimados de nitrogênio acumulado de 0,157 g planta⁻¹ superiores em 52,4% aos observados na testemunha (0,103 g planta⁻¹), conforme Figura 10.

Figura 10 – Acúmulo de nitrogênio total em cultivares de alfaces cresas Elba e Rosabela em função da aplicação de urina de vaca.

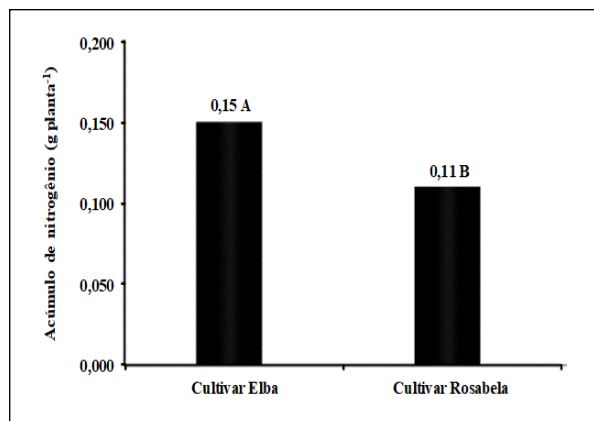


Fonte: Elaborada pelos autores.

Para as cultivares de alface Elba e Rosabela, os valores médios de acúmulo de nitrogênio foram de 0,15 e 0,11 g planta⁻¹, respectivamente, conforme Figura 11, inferiores aos observados por Martins *et al.* (2009) para a cultivar Isabela em sistema hidropônico. No entanto, vale salientar que nesses sistemas as

raízes das plantas estão em contato direto com o nutriente em solução, diferentemente do cultivo em solo, no qual a planta necessita de um esforço maior para absorção dos nutrientes.

Figura 11 – Acúmulo de nitrogênio total em cultivares de alfaces crespas Elba e Rosabela em sistema de cultivo com uso de urina de vaca.



Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Os teores de fósforo no tecido vegetal das alfaces foram afetados de formas isoladas pela concentração de urina de vaca aplicada (Figura 12) e pelas cultivares (Figura 13).

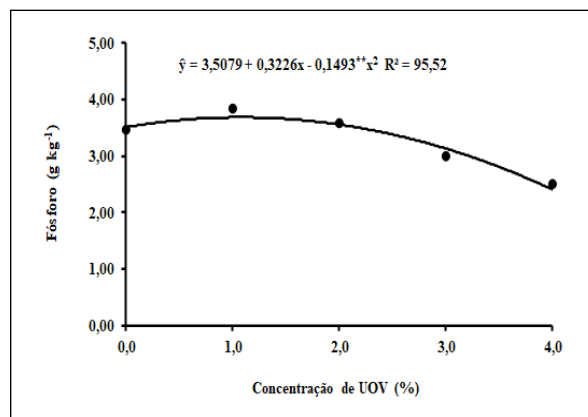
A aplicação de urina oxidada de vaca, nas diferentes concentrações, afetou de forma quadrática os teores de fósforo total nas cultivares de alfaces (Figura 12). Os teores médios de fósforo variaram de 3,5 a 2,4 g kg⁻¹ para as concentrações de 0,0% e 4,0%, respectivamente. O maior teor de fósforo foi de 3,7 g kg⁻¹, com a aplicação de urina de vaca diluída em água a 1,1%, valor médio aproximado aos teores adequados de 4,0 kg⁻¹ preconizados como adequados para a alface por Trani e Raji (1997).

Os teores de fósforo evidenciados em todas as concentrações de uso de urina de vaca, nesta pesquisa, foram superiores à amplitude 1,1 a 1,9 g kg⁻¹ verificada, por Lana *et al.* (2004) em alfaces adubadas com diferentes adubações fosfatadas convencionais.

Houve, ainda, um efeito significativo entre ambas as cultivares, com superioridade da cultivar Rosabela de 15,6% em relação à Elba, com teores respectivos de 3,49 g kg⁻¹ e 3,02 g kg⁻¹ (Figura 13).

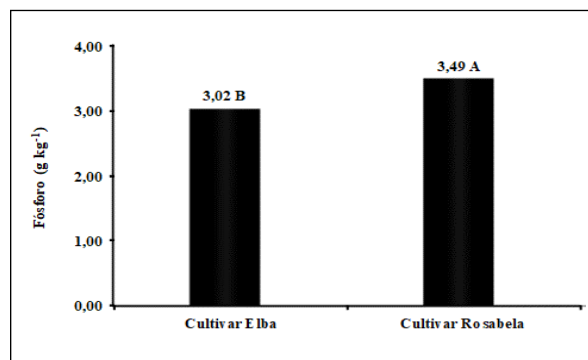
O acúmulo de fósforo no tecido foliar das alfaces foi afetado de forma quadrática e de forma isolada, pela aplicação de urina oxidada de vaca, com valores na amplitude de 0,0171 g planta⁻¹ (0,0%) a 0,0191 g planta⁻¹ com a dosagem máxima de 1,4% de urina oxidada de vaca em cobertura e de 0,0123 g planta⁻¹ com urina de vaca a 4,0%.

Figura 12 – Teores foliares de fósforo total em alfaces crespas Elba e Rosabela em função da aplicação de urina de vaca.



Fonte: Elaborada pelos autores.

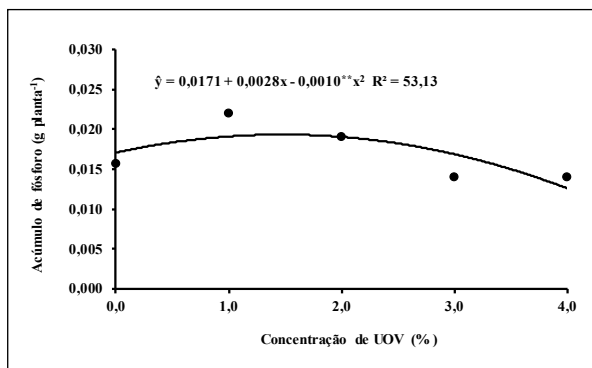
Figura 13 – Teores foliares de fósforo total em cultivares de alfaces crespas Elba e Rosabela em sistema de cultivo com uso de urina oxidada de vaca.



Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborada pelos autores.

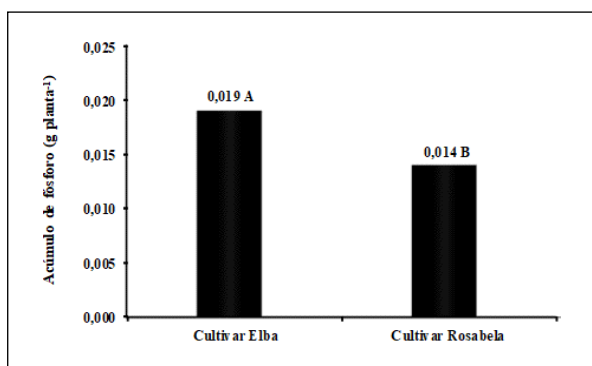
Figura 14 – Acúmulo de fósforo total em cultivares de alfaces crespas Elba e Rosabela em função da aplicação de urina de vaca.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Os teores médios no acúmulo de fósforo diferiram estatisticamente entre as duas cultivares (Figura 15), com valores mais expressivos na cultivar Rosabela (0,019) em relação à Elba (0,014).

Figura 15 – Acúmulo de fósforo total em cultivares de alfaces crespas Elba e Rosabela em sistema de cultivo com uso de urina de vaca.



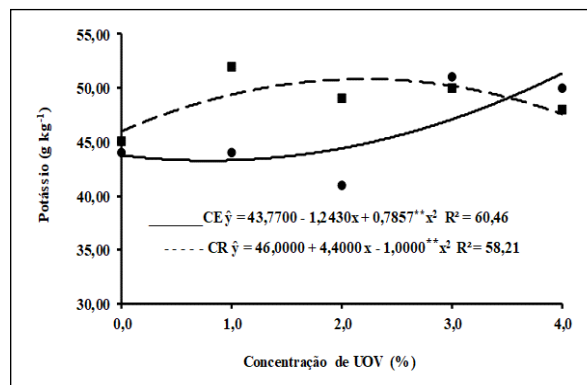
Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborada pelos autores.

De acordo com Grangeiro *et al.* (2006), as plantas, de uma maneira geral, apresentam acúmulo e teores de fósforo no tecido foliar aquém ao verificado com os elementos nitrogênio e potássio.

No que tange aos teores de potássio no tecido foliar, as cultivares de alfaces foram influenciadas, significativamente, de forma quadrática, pela interação cultivares e concentração de urina oxidada de vaca, com desempenhos diferentes entre as cultivares (Figura 16).

Figura 16 – Teores de potássio total em cultivares de alfaces crespas Elba (CE) e Rosabela (CR) em função da aplicação de urina de vaca.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Na cultivar Elba, o incremento das doses elevou os teores estimados de potássio de 43,8 g kg⁻¹ no tecido foliar, sem urina de vaca no substrato, para 51,4 g kg⁻¹, com a dosagem na concentração de 4,0%, discordando dos resultados observados por Oliveira *et al.* (2010), em que não se observou efeito significativo para este nutriente com a dose mais elevada de 1,25% de urina de vaca na cultivar Regina.

Na cultivar Rosabela, os teores de potássio no tecido foliar das alfaces foram elevados de 46,0 g kg⁻¹ (0,0%) a 50,8 g kg⁻¹ com aplicação de uma dosagem máxima de urina oxidada de vaca a 2,2%.

Na avaliação da influência da aplicação de fertilizantes potássicos na alface Vera, Cecílio Filho *et al.* (2018) encontraram teores médios de potássio de 21,7 g kg⁻¹, aquém do observado em ambas as cultivares analisadas nesta pesquisa.

Para Trani e Rajj (1997), os teores adequados de potássio no tecido foliar de alfaces devem estar entre 50,0 e 80,0 g kg⁻¹, o que se conclui que as cultivares Elba, com a dosagem de urina de vaca a 4,0%, e a Rosabela, com a dosagem máxima de 2,2%, estão adequadamente supridas.

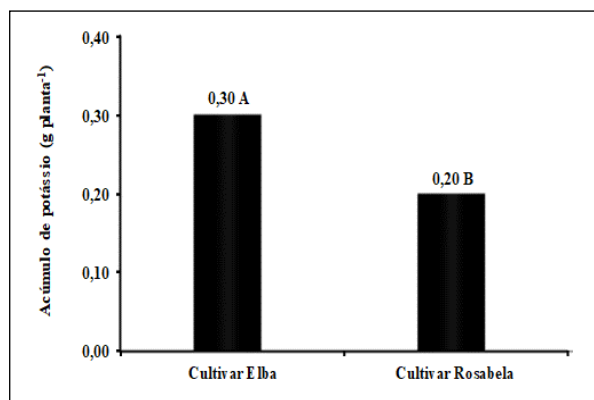
De acordo com Guelfi-Silva *et al.* (2013), a resposta das plantas de alface à aplicação de fontes alternativas, tais como biofertilizantes, esterco e urina de vaca, não deve ser associada apenas aos nutrientes presentes, mas também aos diversos fatores que determinam a capacidade e a intensidade da solubilização desses elementos, aliados às condições físicas e químicas do solo.

A ordem nos decrescentes nos teores de K (Figura 16), N (Figura 9) e P (Figura 12), observada nesta pesquisa, estão de acordo com a observada por

Beninni; Takahashi e Neves (2005) e Kano; Cardoso e Villas Bôas (2010) em avaliações de alfaces.

Em relação ao acúmulo de potássio, as cultivares de alfaces crespas apresentaram valores médios de 0,30 g planta⁻¹ (Elba) e 0,20 g planta⁻¹ (Rosabela), de acordo com a Figura 17.

Figura 17 – Acúmulo de potássio total em cultivares de alfaces crespas Elba e Rosabela.



Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborada pelos autores.

5 Conclusões

A cultivar de alface Elba apresentou biomassas secas nos órgãos superiores à roxa Rosabela.

Com exceção da radicular, a cultivar de alface roxa Rosabela apresentou maiores valores médios de alocações de biomassas que a cultivar Elba.

Independentemente das cultivares, as aplicações de urina oxidada de vaca não suprimiram, adequadamente, as alfaces em nitrogênio e fósforo.

Nos tecidos foliares de alfaces Elba e Rosabela, os teores de nutrientes obedeceram à ordem decrescente K > N > P.

As aplicações de urina oxidada de vaca a 4,0% e 2,2% suprimiram, adequadamente, em potássio, as alfaces Elba e Rosabela, respectivamente.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, T. A. S. *et al.* Efeito de intervalos de aplicação de urina bovina na produção de alface em cultivo protegido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 3, p. 53-67, 2012.

ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.

ANDRADE, A. F. *et al.* Urina de vaca e húmus de minhoca no crescimento da alface. **Terceiro Incluído**, v. 4, n. 2, p. 186-196, 2014.

ARAÚJO, D. L. *et al.* Efeito de fertilizantes à base de urina de vaca e substratos em plantas de pimentão. **Terceiro Incluído**, v. 4, n. 2, p.175-185, 2014.

BARROS, J. C. S. M. *et al.* **Efeito da aplicação de urina de vaca no desenvolvimento inicial de plantas de lima ácida Tahiti**. Rio de Janeiro: PESAGRO, 2012. 4p.

BENINNI, E.; TAKAHASHI, H. W.; NEVES, C. S. V. J. Concentração e acúmulo de macronutrientes em alface cultivada em sistemas hidropônico e convencional. **Semina**, v. 26, p. 273-282, 2005.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42 p.

BEZERRA JUNIOR, F. A. *et al.* Avaliação fenoproductiva e teores clorofilianos de rabanete sob fertilização com urina de vaca e cobertura morta. **Principia**, n. 42, p. 31-40, 2018.

BOEMEKE, L. R. A urina de vaca como fertilizante, fortificante e repelente de insetos. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 3, p. 41-42, 2002.

CARINI, F. *et al.* Produção e partição de biomassa e características produtivas de cultivares de alface crespa em cultivo de verão e sistema hidropônico. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 480-487, 2012.

CAVALHEIRO, D. B. *et al.* Produção de alface (*Lactuca sativa* L.) cv. Vanda, cultivada sob diferentes ambientes e níveis de adubação mineral e orgânica. **Cultivando o Saber**, v. 8, n. 1, p. 109 - 124, 2015.

CECÍLIO FILHO, A. B. *et al.* Doses de potássio na produção da alface. **Revista Cultura Agronômica**, v. 27, n. 2, p.217-227, 2018.

CESAR, M. N. Z. *et al.* Efeito estimulante da urina de vaca sobre o crescimento de mudas de pepino cultivadas sob manejo orgânico. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 11, n. 1, p. 67-71, 2007.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2014.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliça**. Editora UFV: Viçosa MG, 2008, 421 p.

FILGUEIRAS, R. C; TAKAHASHI H. W; BENINI E. R. Y. Produção de alface hidropônica em diferentes condutividades elétricas. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, v. 23, p. 157-164, 2002.

FREIRE, J. L. O. *et al.* Desempenho fitotécnico e teores clorofilianos de cultivares de alfaces crespas produzidas com fertilização à base de urina de vaca no Seridó paraibano. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 12, n. 3, p. 258-267, 2016.

FREIRE, J. L. O. *et al.* Crescimento e índice de clorofila foliar de alface crespa fertilizada com urina de vaca diluída em água. In: II CONIDIS, 2017, Campina Grande. Anais [...]. Campina Grande: II CONIDIS, 2017. 6p.

FREIRE, J. L. O. *et al.* Teores clorofilianos, composição mineral foliar e produtividade da couve-Manteiga adubada com urina de vaca. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 2, n. 2, p. 836-845, 2019a.

FREIRE, J. L. O. *et al.* Atributos de crescimento e produção de cultivares de alfaces irrigadas com águas salinas e uso de urina de vaca. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 15, n. 2, p. 124-131, 2019b.

FREIRE, J. L. O.; NASCIMENTO, G. S. Produção de mudas de maracujazeiros amarelo e roxo irrigadas com águas salinas e uso de urina de vaca. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 4, p. 981-988, 2018.

GRANGEIRO, L. C. *et al.* Acúmulo de nutrientes por três cultivares de alface cultivados em condições do Semiárido. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 190-194, 2006.

GUELFÍ-SILVA, D. R. *et al.* Agronomic efficiency of potassium fertilization in lettuce fertilized with alternative nutrient sources. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 2, p. 267-277, 2013.

HENZ, G. P.; SUINAGA, F. A. **Tipos de alface cultivados no Brasil**. Brasília: EMBRAPA HORTALIÇAS, 2009. 7p. (EMBRAPA. Comunicado Técnico, 75).

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

LANA, R. M. Q. *et al.* Produção da alface em função do uso de diferentes fontes de fósforo em solo de Cerrado. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 3, p. 525-528, 2004.

LIMA, C. G. *et al.* Uso do biofertilizante urina de vaca na produção de mudas de cenoura. In: **VI Jornada Acadêmica**, 6. 2012. Belém. Anais [...]. Belém, PA, 2012. 4p.

LOVATTO, P. B. *et al.* Efeito da urina de vaca como biofertilizante líquido na produção orgânica de mudas de couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*). **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 4571-4577, 2011.

MARTINS, C. M. *et al.* Curva de absorção de nutrientes em alface hidropônica. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, p.123-128, 2009.

MEDEIROS, R. M.; MEGNA, F. P. R.; BANDEIRA, M. M. Balanço hídrico climatológico, em decorrência do aquecimento global, no município de Picuí – semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 1, p. 59-72, 2012.

NASCIMENTO, M. V. *et al.* Manejo da adubação nitrogenada nas culturas de alface, repolho e salsa. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 1, p. 65-71, 2017.

OLIVEIRA, A. P. *et al.* Produção de pimentão em função da concentração de urina de vaca aplicada via foliar e da adubação com NPK. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 25, p. 37-43, 2004.

OLIVEIRA, N. L. C. *et al.* Enraizamento e crescimento de mudas de mandioquinha-salsa submetidas à imersão em soluções de urina de vaca. **Agronomia**, v. 40, n. 1-2, p. 46-51, 2006.

OLIVEIRA, N. L. C. *et al.* Uso de urina de vaca no cultivo da beterraba de mesa. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 2, n. 2, p. 7-13, 2009.

OLIVEIRA, N. L. C. *et al.* Efeito da urina de vaca no estado nutricional da alface. **Revista Ceres**, v. 57, n. 4, p. 506-515, 2010.

OLIVEIRA, N. L. *et al.* Uso de urina de vaca no cultivo da beterraba de mesa. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 2, n. 2, p. 7-13, 2012.

PEREIRA, R. G. F. **Estímulo da urina de vaca sobre a germinação de sementes e o crescimento de plântulas de alface e de tomate.**

Viçosa, MG, 2016. 55f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2016.

PRADO, F. F. **Produção de alface em saf de hortaliças, frutas e madeira: um estudo de caso.** Goiânia, 2018. 20f. Trabalho de Conclusão de Curso, Centro Universitário de Goiás, Uni-Anhanguera. Goiânia, 2018.

PUTTI, F. F. **Produção da cultura da alface irrigada com água tratada magneticamente.** Botucatu, SP 2014. 123f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, SP, 2014.

QI, D.; HU, T.; LIU, T. Biomass accumulation and distribution, yield formation and water use efficiency responses of maize (*Zea mays* L.) to nitrogen supply methods under partial root-zone irrigation. **Agricultural Water Management**, v. 230, p. 105981-105989, 2019.

QUEIROZ, A. A.; CRUVINEL, V. B.; FIGUEIREDO, M. E. Produção de alface americana em função da fertilização com organomineral. **Revista Enciclopédia Biosfera**, v. 14, n. 25, p. 1053-1063, 2017.

SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5. ed. Brasília: EMBRAPA, 2018.

SOUZA, B. N. *et al.* Parâmetros produtivos da cebola cristal white wax (para conserva) no sistema integrado Mandalla sob diferentes doses de urina de vaca em lactação. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, 2011.

TEIXEIRA, P. C. *et al.* **Manual de métodos de análise do solo.** 3. ed. Brasília: EMBRAPA, 2017.

TRANI, P.E.; RAIJ, B. Hortaliças. In: RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2. ed. rev. atual. Campinas: Instituto Agronômico/Fundação IAC, 1997. cap.18, p. 157-185. (Boletim Técnico, 100).

VÉRAS, M. L. M. *et al.* Influência da aplicação de urina de vaca em pimentão (*Capsicum annuum* L.) em função de adubos orgânicos. **Agropecuária Técnica**, v. 36, n. 1, p. 506-515, 2015.