

## Compostos bioativos em cultivares de alface produzidas em condições climáticas do sudeste paraense

Os níveis de substâncias químicas presente em excesso ou escassez podem influenciar no desenvolvimento de culturas hortícolas, além de prejudicar alimentação humana. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi analisar os níveis de compostos bioativos presentes em cultivares de alface produzidas em Paragominas-PA, e com base nisso determinar quais delas apresentaram desenvolvimento satisfatório para região. O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação localizada na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), em Paragominas-PA, e as amostras analisadas no laboratório ICA da UFRA, campus Belém. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com 10 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram 10 cultivares de alface (Betânia, Giovana, Lirice, Lucy Brown, Luiza, Mônica SF 31, Pira roxa, Regina, Rubanela e Stella-manteiga). Os parâmetros avaliados foram: níveis de clorofila "a" e "b", antocianina, carotenoide, nitrato, proteína, amônio livre, sacarose, carboidrato e aminoácidos. Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade, utilizando o programa (software) SISVAR. A cultivar Rubanela apresentou efeito significativo para teores de clorofila a e b. As cultivares Luiza e Pira Roxa apresentaram maiores teores de antocianina. As cultivares Luiza, Lirice e Betânia apresentaram maiores teores de carotenoide. Rubanela e Pira Roxa apresentaram efeito significativo nos teores de nitrato acumulado. As cultivares Betânia e Stella-manteiga se destacaram quanto a teores de amônio. A cultivar Lucy Brown apresentou maior teor de sacarose, e as cultivares Mônica e Rubanela maiores teores de aminoácidos. Portanto, as cultivares recomendadas para a região de Paragominas, com base nas condições utilizadas neste experimento, foram as cultivares Luiza, Mônica, Rubanela e Pira Roxa, que apresentaram melhores resultados para a maioria dos parâmetros bioquímicos analisados. Tais cultivares apresentaram níveis satisfatórios para clorofila, carotenoide, antocianina, nitrato, carboidratos, proteínas e aminoácidos. Todas as cultivares analisadas conseguiram se desenvolver nas condições edafoclimáticas de Paragominas-PA, tornando-se viável a produção de alface na região. Atualmente há escassez em estudos com compostos bioativos em cultivares de alface para a região norte, especialmente o Pará, com isso se faz necessário a realização de mais estudos voltados para a área.

**Palavras-chave:** Lactuca sativa L.; Antocianina; Carotenoides.

## Bioactive compounds in lettuce cultivars produced in weather conditions in southeast paraense

The levels of chemical substances present in excess or shortage can influence the development of horticultural crops, in addition to harming human nutrition. Therefore, the objective of this work is to evaluate the levels of bioactive compounds present in lettuce cultivars produced in Paragominas-PA, and based on that, to determine which ones presented satisfactory development. The work was carried out in a greenhouse located at the Federal Rural University of Amazônia (UFRA), in Paragominas-PA, and the samples were analyzed in the ICA laboratory at UFRA campus Belém. The experimental design used was in randomized blocks, with 10 treatments and 4 replications. The treatments were 10 lettuce cultivars (Betânia, Giovana, Lirice, Lucy Brown, Luiza, Mônica SF 31, Pira roxa, Regina, Rubanela and Stella-manteiga). The parameters evaluated were: levels of chlorophyll "a" and "b", anthocyanin, carotenoid, nitrate, protein, free ammonium, sucrose, carbohydrate and amino acid. Data were subjected to analysis of variance (F test) and means compared by Tukey test at 1% probability, using the SISVAR software program. The Rubanela cultivar showed a significant effect for chlorophyll a and b contents. Cultivars Luiza and Pira Roxa had higher of anthocyanin contents. Cultivars Luiza, Lirice and Betânia had higher carotenoid contents. Rubanela and Pira Roxa had better accumulated nitrate contents. The cultivars Betânia and Stella stood out in terms of ammonium content. Cultivar Lucy Brown had higher sucrose content, and cultivars Mônica and Rubanela had higher levels of amino acids. Therefore, the cultivars recommended for the region of Paragominas, based on the conditions used in this experiment, were the cultivars: Luiza; Monica; Rubanela and Pira Roxa, which presented better results for most of the analyzed biochemical parameters. Such cultivars showed satisfactory levels for the parameters: Chlorophyll; Carotenoid; Anthocyanin; Nitrate; Carbohydrates; Proteins and Amino Acids. All analyzed cultivars were able to develop under the edaphoclimatic conditions of Paragominas - PA, making the lettuce production viable in the region. Currently, there is a shortage of studies with bioactive compounds in lettuce cultivars for the northern region, especially Pará, which makes it necessary to carry out more studies focused on the area.

**Keywords:** Lactuca sativa L.; Anthocyanin; Carotenoids.

Topic: **Desenvolvimento, Sustentabilidade e Meio Ambiente**

Received: **06/10/2021**

Approved: **28/10/2021**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

**Andrezza Sousa Carmo**   
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/8688515180055231>  
<http://orcid.org/0000-0002-2462-9175>  
sousa.andrezza08@gmail.com

**Fabiana Das Chagas Gomes Silva**   
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/9199504281385901>  
<http://orcid.org/0000-0003-4786-4546>  
fabianachagasfa@gmail.com

**Rhaiana Oliveira de Aviz**   
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/2715037307668915>  
<http://orcid.org/0000-0002-4462-4339>  
rhaianaoliveiradeaviz@gmail.com

**Thais Vitória dos Santos**   
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/1924823584014410>  
<http://orcid.org/0000-0002-2462-9175>  
thaisvitoria104@gmail.com

**Natália Nayale Freitas Barroso**   
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/6620477621279922>  
<http://orcid.org/0000-0003-2085-7397>  
Nataliaff.agro@gmail.com

**Felipe Souza Carvalho**   
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/5633644416513036>  
<http://orcid.org/0000-0002-2337-0261>  
feliipe.2011@live.com

**Cândido Ferreira de Oliveira Neto**   
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/0327663489224028>  
<http://orcid.org/0000-0002-6070-0549>  
candidooliveiraneto@gmail.com

**Luciana da Silva Borges**   
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/4533722536181534>  
<http://orcid.org/0000-0002-1194-6411>  
luagro06@yahoo.com.br



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2021.010.0040

### Referencing this:

CARMO, A. S.; SILVA, F. C. G.; AVIZ, R. O.; SANTOS, T. V.; BARROSO, N. N. F.; CARVALHO, F. S.; OLIVEIRA NETO, C. F.; BORGES, L. S..

Compostos bioativos em cultivares de alface produzidas em condições climáticas do sudeste paraense. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.10, p.502-513, 2021. DOI:

<http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.010.0040>

## INTRODUÇÃO

O setor da horticultura em geral oferta cerca de quatro empregos diretos para cada hectare cultivado e quatro empregos indiretos, demonstrando seu potencial para o agronegócio (VILELA et al., 2017). A produção em escala comercial no Brasil tem sido impulsionada nos últimos anos, dentre as hortaliças a alface é uma das mais cultivadas (RODRIGUES et al., 2015).

A alface (*Lactuca sativa* L.) pertence à família Asteraceae, é um vegetal essencial para a alimentação humana, comumente consumida em todo o mundo. Possui características como alto teor de fibras, ferro, folato, ácido ascórbico e outros compostos bioativos, nos quais são benéficos a saúde humana, no entanto, a composição nutricional e os compostos bioativos variam de acordo com os tipos e cultivares de alface (KIM et al., 2016). É uma excelente fonte de fibras alimentares, vitaminas A, B1, B2, B6 e C e minerais, pode ser consumida em saladas cruas, sopas e cremes (NTSOANE et al., 2016; PEREIRA, 2016). A cultura da alface é amplamente cultivada no Brasil, destacando-se como cultura de grande importância econômica e alimentar, por sua facilidade de aquisição e capacidade de produção durante o ano inteiro (SILVA, 2019; OLIVEIRA et al., 2012).

Segundo o Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), há cerca de 108.603 estabelecimentos produtores de alface no Brasil, atingindo um total de 908.186 toneladas por ano. A safra 2018/19 obteve uma boa rentabilidade em que foi impulsionada por fatores como alta demanda e menor oferta, refletindo em preços acima dos custos de produção.

Na Região Norte, há um baixo consumo de hortaliças, isto se dá devido ao alto preço de comercialização, o que acarreta a dificuldade de acesso da maioria das famílias da região em função de suas condições financeiras (GUERRA et al., 2017; RAMALHO et al., 2012). Dado que a produção de hortaliças é mais difundida no meio da Agricultura Familiar, cuja produtividade é baixa se comparada às outras regiões devido à assistência técnica escassa, sendo os mercados locais abastecidos principalmente por produtos das regiões Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste (DUMONT et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2016).

O conhecimento sobre os compostos bioativos, também conhecidos como fitoquímicos, encontrados em vegetais é essencial pelo valor nutricional e para diferenciar o produto no mercado, tornando sua definição e mensuração indispensáveis (BOMFIM et al., 2017). Trata-se de compostos químicos presentes em frutas e hortaliças atuando na atividade biológica, ou seja, são produtos secundários do metabolismo vegetal que podem desenvolver papéis em benefício a saúde humana (CARRATU et al., 2005; METO et al., 2009). O teor dos compostos pode ser influenciado por fatores como: características genéticas da planta, condições ambientais, grau de maturação e variedade da planta (MELO et al., 2006).

O manejo das hortaliças deve ser realizado de maneira correta, para que os níveis dos compostos bioativos presentes nas plantas estejam sempre em completa harmonia (GEE et al., 2016). Para Barros Júnior et al. (2020) o desequilíbrio entre a absorção e o uso do nitrogênio (N) pela planta causa um aumento no teor de nitrato e conseqüentemente, redução na qualidade das hortaliças. Em função disso, é essencial que o produtor realize o monitoramento desses teores presentes no produto ofertado ao consumidor, seja por

questões de qualidade do produto, como para auxiliar quanto às práticas que devem ser adotadas durante o período de cultivo, dado que as características bioquímicas podem ser afetadas por diversos fatores.

Os dados sobre os compostos bioativos na cultura da alface são escassos, portanto, há a necessidade de mais estudos neste sentido, voltados principalmente para a Região Norte, uma vez que para o produtor é importante saber quais cultivares melhor se desenvolvem nas condições da região, mantendo a qualidade bioquímica dos alimentos. Diante disso, o objetivo do trabalho foi analisar os níveis de compostos bioativos presentes em cultivares de alfaces produzidas em Paragominas-Pa, identificando a partir dos resultados, quais cultivares melhor se adaptaram as condições de Paragominas-Pa.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O município de Paragominas está inserido aproximadamente entre as coordenadas de 02°25' e 04°09' S e 46° 25' e 48°54' W (AVIZ et al., 2020). Apresentando médias anuais de temperatura de 26,3 °C e umidade relativa em torno de 85%, possui clima do tipo Aw, ou seja, tropical chuvoso com estação seca bem definida, segundo a classificação de Köppen (BASTOS et al., 2005).

O trabalho foi realizado de 2 de julho a 30 de agosto de 2019, na área experimental do *campus* de Paragominas, e as análises realizadas nos laboratórios multifuncionais dos *campis* de Paragominas e Belém da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA).

A produção de mudas de alface, foi realizada em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, utilizando para preenchimento substrato constituído de terra preta (60%), palha de arroz (40%), e enriquecido com calcário (15g.bandeja<sup>-1</sup>), superfosfato simples (10g.bandeja<sup>-1</sup>), cloreto de potássio (5g.bandeja<sup>-1</sup>) e ureia (5g. bandeja<sup>-1</sup>).

As mudas foram conduzidas em viveiro, com dimensões 4 x 12 m, pé direito de 3 m e coberto com sombrite 70% de luminosidade e colocadas em bancadas de madeira, com altura de 70 cm, dimensões 60 x 220 cm, e com suporte de arame galvanizado (com aberturas de 5 cm), possibilitando circulação de ar debaixo das bandejas. A irrigação foi realizada de forma manual, utilizando regador, duas vezes ao dia.

Após 7 dias de semeadura iniciou o processo de germinação, e aos 16 (dezesesseis) e 20 (vinte), as mudas foram adubadas com solução de ureia (44% de N) (5g.L<sup>-1</sup> diluído em água), foram realizadas 2 aplicações com intervalo de 4 dias, a adubação realizada é uma adaptação da recomendação de Yuri et al. (2016), e aos 23 (vinte e três) dias foram transplantadas, quando apresentaram entre 4 e 5 folhas definitivas.

As mudas foram transplantadas para casa de vegetação que possui as dimensões de 12,5 m de comprimento, 6,27 m de largura e 5 m de pé direito, com as laterais abertas e coberta por plástico transparente (150 micra de espessura). No período em que as plantas foram transplantadas para casa de vegetação, de acordo com dados do Instituto Nacional de Meteorologia-INMET, o clima indicava estação seca, apresentando temperatura máxima de 27,7°C, e mínima de 25,1°C, umidade relativa máxima de 83,5%, e mínima de 63,7%, e radiação máxima de 1391,55 kJ/m<sup>2</sup>, e mínima de 698,61 kJ/m<sup>2</sup>. O preparo dos canteiros foi feito de forma manual, e foram incorporados ao solo: caroço de açaí triturado, palha de arroz, terra preta, superfosfato simples (50 g.m<sup>-2</sup>) e calcário (100 g.m<sup>-2</sup>). O espaçamento utilizado foi de 0,25 m x 0,25 m entre

plantas e entre linhas.

Em relação aos tratos culturais realizados, a irrigação ocorreu de forma manual, utilizando mangueira de jardim (15 m), duas vezes ao dia. O controle de plantas invasoras foi através de capina manual sempre que necessário. Foram realizadas 4 adubações com solução de ureia (44% de N) (12 mL por planta e com intervalo de 7 dias entre aplicações) e 2 aplicações de solução de cloreto de potássio (58% de K<sub>2</sub>O) (12 mL por planta e com intervalo de 15 dias entre aplicações), a adubação é adaptação da recomendação de Yuri et al. (2016). Para evitar incidência de pragas, foi aplicado de forma preventiva solução de Neem comercial (0,5 mL.L<sup>-1</sup> diluído em água).

A colheita foi realizada quando as plantas se apresentavam tenras aos 60 e 52 dias após plantio conforme descrito por Aviz et al. (2019a), foram selecionadas e transportadas para o laboratório multifuncional da UFRA, *campus* Paragominas. Em seguida as amostras foram devidamente higienizadas em água corrente seguida de água destilada e secas com papel toalha para retirada do excesso, foram congeladas em nitrogênio líquido e armazenadas em freezer a -80 °C, posteriormente foram enviadas ao Laboratório de Mensuração e Manejo dos Recursos Florestais (ICA), da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) *campus* de Belém-PA para realização das análises bioquímicas.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com 10 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram 10 diferentes cultivares de alface: Lirice - crespa; Mônica SF 31 - crespa; Regina - lisa; Lucy Brown - americana; Giovana - crespa; Betânia - crespa; Rubinela - crespa; Pira Roxa - crespa; Luiza - romana; Stella-manteiga - lisa. Escolhidas conforme a predominância e necessidade no mercado da região. Cada parcela constituída de 8 plantas, das quais retirou-se três folhas aleatoriamente da parcela formando quatro amostras para avaliação.

Em laboratório os parâmetros analisados foram: clorofila "a" e "b" (mg/g), antocianina (mg/g), carotenoide (mg/g), nitrato (mg/kg MF), proteína (mg/g), amônio livre (mol m<sup>-3</sup>), sacarose (mg/g), carboidrato (g 100g<sup>-1</sup>) e aminoácido (mg/g). Para a estimativa dos níveis de compostos bioativos presentes nas folhas utilizou-se a seguinte metodologia:

Para sacarose utilizou-se 50mg de massa seca em pó, o método empregado foi preconizado por Van Handel (1968) e as leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 620 nm; Clorofila *a* e *b*, antocianina e carotenoides: realizou-se a pesagem de 100 mg de folha fresca, o método empregado foi o preconizado por Sims et al. (2002) e as amostras foram lidas em espectrofotômetro à 663nm (clorofila *a*), 647 nm (clorofila *b*), 537 nm (antocianinas) e 470 nm (carotenóides); Determinação de aminoácidos: foram adicionados em eppendorfs de 2 ml, 2 mg de pó da matéria seca (MS) das folhas e das raízes, em que o método utilizado foi o de Peoples et al. (1989), as leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 570 nm; Nitrato: foram usadas 50 mg das folhas previamente liofilizadas, o método utilizado foi o de Cataldo et al. (1975), e foram feitas leituras em espectrofotômetro na absorvância de 410 nm; Amônio livre: utilizou-se 50 mg de massa seca (MS), para isso foi adotado o método descrito por Weatherburn (1967) e a leitura procedeu-se no espectrofotômetro a 625 nm; Proteína: foram adicionados 105,26 mg de Comassie Brilliant Blue G (SIGMA 95%) em um béquer (revestido com papel alumínio) e acrescentados 50 ml de álcool etílico, determinou-se

pelo método descrito por Bradford (1976), sendo então submetida à leitura de absorvância em 595 nm; Carboidratos Solúveis Totais: foram utilizadas 20 mg de pó da matéria seca (MS), em que o método empregado foi o preconizado por Dubois et al. (1956), e as leituras realizadas em espectrofotômetro à 490nm. Após análises bioquímicas, os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade, utilizando o programa (software) SISVAR.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, houve efeito significativo para todas as variáveis analisadas observadas a partir do teste F, no qual realizou-se o teste de Tukey a 1% de probabilidade para verificar quais das cultivares apresentaram melhores resultados para cada característica. Já com relação ao Coeficiente de variação (CV), segundo Schmildt et al. (2017) considera-se que quanto menor for a estimativa do CV, maior será a precisão do experimento, para todas as variáveis analisadas neste experimento estão abaixo de 20%, demonstrando assim uma precisão de 80%. Para Gomes (2009) os experimentos de campo com culturas agrícolas, cujos resultados de CV são classificados como baixos quando são inferiores a 10%, médios quando estão entre 10 e 20%, altos quando estão entre 20 e 30%, e muito altos quando são superiores a 30%.

**Tabela 1:** Níveis de clorofila a e b, antocianina, carotenoide, e nitrato em dez cultivares de alfaces produzidas em Paragominas-Pa.

CULTIVAR	CLOROFILA A (mg/g)	CLOROFILA B (mg/g)	ANTOCIANINA (mg/g)	CAROTENOIDE (mg/g)	NITRATO (mg/kg MF)
GIOVANA	0,0120 d	0,0333 bcd	0,0155 d	0,0455 bcd	397 abc
MÔNICA	0,0125 d	0,0430 b	0,0160 d	0,0185 f	449 abc
REGINA	0,0133 d	0,0170 f	0,0145 d	0,0503 bc	226,8 d
STELLA	0,0140 d	0,0193 f	0,0263 bc	0,0283 ef	333,3 cd
LIRICE	0,0195 cd	0,0245 def	0,0203 cd	0,0505 b	345,8 cd
PIRA ROXA	0,0213 cd	0,0305 cde	0,0303 ab	0,0458 bc	515 a
BETÂNIA	0,0220 cd	0,0245 def	0,0263 bc	0,0543 b	370,3 bc
LUCY BROW	0,0403 bc	0,0358 bc	0,0130 d	0,0363 cde	480,8 ab
LUIZA	0,0578 b	0,0205 ef	0,0358 a	0,1238 a	400,3 abc
RUBINELA	0,2395 a	0,1545 a	0,0163 d	0,0325 def	526 a
Teste F	**	**	**	**	**
Cv (%)	19,03	10,42	16,74	11,93	13,41

Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si, a 1% de probabilidade, \*\* = significativo a 1% de probabilidade; CV (%) coeficiente de variação; ns = não significativo.

Na tabela 1, observa-se que a cultivar Rubinela apresentou efeito significativo para clorofila *a* e *b*, com valores de 0,2395 e 0,1545 mg/g respectivamente, seguido de Luiza com 0,0578 mg/g e Lucy com 0,0403 mg/g para clorofila *a*. Conforme Rosa et al. (2015) analisando teores de clorofila *a* e *b* em alface tipo crespa em condições tradicionais de cultivo em clima subtropical, encontrou resultados de 8 mg/g de matéria fresca para a clorofila *a* e 2 mg/g para clorofila *b*, que comparados aos resultados encontrados neste experimento nos mostra valores bem mais elevados. Portanto, a menor absorção de clorofila nas cultivares analisadas (Tabela 1) pode estar relacionada a fatores climáticos, radiação solar e índices pluviométricos, visto que ambos os trabalhos foram realizados em condições edafoclimáticas diferentes. Corroborando com Oliveira (2019), que ao estimar parâmetros genéticos para pigmentos foliares em alface, concluiu que teor de clorofila dos genótipos de alface foi influenciado expressivamente pelo ambiente. Além disso, de acordo com Cavasini (2017) o teor de clorofila varia muito entre as espécies, assim como entre genótipos de uma mesma espécie.

Casais et al. (2020) verificando teores de clorofila *b* em hortelã-pimenta cultivadas em solo a pleno

sol na região de Paragominas-PA, encontrou médias superiores, aos encontrados nessa pesquisa, provavelmente isso esteja relacionado ao ambiente de cultivo, uma vez que as cultivares de alface foram produzidas em casa de vegetação.

Com relação aos baixos teores de clorofila encontrados nas cultivares analisadas neste experimento, destaca-se que não foi suficiente para causar danos nas plantas, no qual, essas cultivares conseguiram se desenvolver de forma satisfatória na região de Paragominas-PA.

Para os teores de antocianina nas cultivares de alfaces analisadas, observa-se na tabela 1, que a cultivar Luiza apresentou maior resultado significativo com 0,0358 mg/g, seguido da Pira roxa com 0,0303 mg/g. Silva et al. (2018) analisando teores de antocianina totais em cultivares de alfaces em sistema convencional, observou valores de 0,004 mg/g, valor inferior ao encontrado no presente trabalho. Conforme Dai et al. (2016) as antocianinas são pigmentos produzidos através do metabolismo secundário das plantas e a sua concentração pode ser influenciada por vários fatores, incluindo a temperatura, a radiação UV, a intensidade da luz, o conteúdo de açúcar, e estresse osmótico.

Para Diniz et al. (2018) as espécies com pigmentos vermelho ou roxo destacam-se com elevados teores de antocianinas, quando comparadas com as variedades verdes. Diferindo dos resultados encontrados neste trabalho, no qual a cultivar Luiza - tipo Romana (coloração verde) apresentou maior efeito significativo sobre a Pira roxa tipo Crespa, corroborando com Becker et al. (2015) que encontrou resultados similares onde o desempenho inferior pode ser explicado pelo fato das cultivares de folhas verdes terem desempenho agrônomico superior, estando em concordância com os resultados encontrados por Aviz et al. (2019b), em que cultivares de alface de coloração verde destacaram-se quanto ao desempenho morfofisiológico sobre cultivares de coloração roxa.

Sala et al. (2016) relataram que a coloração roxa está associada a níveis mais altos de antocianina, que conferem menor taxa fotossintética isso pode explicar o fato da cultivar Pira roxa não apresentar resultados significativos para clorofila *a e b*, uma vez que esse pigmento tem alta relação com a capacidade fotossintética das plantas (VIERA, 2017), diferente da cultivar Rubinela de coloração vermelha que apresentou teores significativos para clorofila e não significativos para antocianina com valores de 0,0163 mg/g, essa divergência pode estar relacionado ao genótipo da cultivar.

Para o teor de carotenoide, o maior efeito significativo com valor de 0,1238 mg/g foi referente a cultivar Luiza, seguido das cultivares Betânia, Lirice, Pira Roxa, Regina e Giovana nas quais não diferiram significativamente entre si (Tabela 1). De acordo com Silva et al. (2018) o conteúdo de carotenoides está altamente relacionado com a radiação solar, visto que plantas cultivadas a pleno sol produzem maiores teores de carotenoides, portanto, provavelmente a intensidade da radiação solar interferiu significativamente nos resultados encontrados, visto que as cultivares foram produzidas em sombreamento parcial.

Almeida et al. (2017) estudando o efeito da sazonalidade no teor de carotenoide em produtos hortícolas, obtiveram resultados inferiores (0,0001 mg/g) aos encontrados neste estudo para cultivar Luiza que apresentou maior efeito significativo, no qual, os valores mais baixos de carotenoides totais foram

encontrados na produção de outono/inverno para a hortaliça couve-flor, provavelmente o aumento significativo no presente trabalho está relacionado as condições edafoclimáticas, estação do ano, e capacidade de síntese do pigmento pela planta.

Os resultados para o teor de nitrato apontaram diferenças significativas entre as cultivares analisadas, a cultivar Rubinela não se diferenciou estatisticamente da cultivar Pira roxa (Tabela 1), entretanto, ela tendeu a acumular mais nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), ambas apresentaram os maiores teores entre as cultivares, com valores de 526 mg/kg MF e 515 mg/kg MF respectivamente. A presença de  $\text{NO}_3^-$  pode variar com relação à idade e diferentes posições das folhas, sendo que folhas jovens podem acumular mais  $\text{NO}_3^-$  que as folhas velhas (ROCHA, 2019). Costa et al. (2018) analisando teor de nitrato em alface crespa em cultivo hidropônico encontraram valores superiores aos deste trabalho, sendo de 585,66 mg/kg MF, essa divergência pode ser atribuída a diferença genética entre as cultivares, composição e quantidade de nitrogênio aplicado, e ainda a forma de cultivo utilizada.

De acordo com a tabela 1 nota-se que os teores de nitrato encontrados estão abaixo do limite recomendado pelos órgãos reguladores da União Europeia, segundo Regulamento 1881/2006 e 1258/2011, para cultivo de verão, o limite é de 4.000 mg de  $\text{NO}_3^-$  /kg de MF, no Brasil não há legislação que estabeleça limites máximos de nitrato em vegetais (ROCHA, 2019).

O nitrato é uma forma de ocorrência natural de nitrogênio, está presente no solo, água e alimentos. Um dos principais fatores que influenciam o acúmulo de nitrato nos vegetais é fornecimento de nitrogênio, no presente estudo as plantas foram devidamente adubadas com solução de ureia com 44% de N durante todo o seu ciclo (CEZAR, 2016). Conforme Costa et al. (2018) o desequilíbrio entre o nitrogênio que é absorvido e o assimilado pelas plantas resulta na alta concentração de nitrato nos vacúolos dos vegetais. Portanto o fornecimento do nutriente foi suficiente para proporcionar bom desempenho das hortaliças, e acúmulo de nitrato nas plantas, visto que seu excesso pode se tornar tóxico aos seres vivos quando reduzido a nitrito (GONÇALVES, 2016).

**Tabela 2:** Níveis de proteína, amônio livre, sacarose, carboidrato e aminoácido em dez cultivares de alfaces produzidas em Paragominas-Pa.

CULTIVAR	PROTEÍNA (mg/g)	AMÔNIO LIVRE (mol m <sup>-3</sup> )	SACAROSE (mg/g)	CARBOIDRATO (g 100 g <sup>-1</sup> )	AMINOÁCIDO (mg/g)
GIOVANA	4,6788 a	1,6172 bcd	17,0616 b	1,1600 bc	17,0921c
MÔNICA	4,5408 ab	1,5741 bcd	12,5853def	0,6950 d	24,2639 a
REGINA	4,0404 abc	1,4562 bcd	9,2400 h	0,8130 cd	15,4761 cd
STELLA	4,0488 abc	2,0450 ab	12,9612 cde	1,0130 bcd	15,1795 d
LIRICE	3,9564 abc	1,3550 cd	14,6885 c	1,6950 a	19,9550 b
PIRA ROXA	4,1664 ab	1,9406 bc	11,5570 efg	1,0170 bcd	20,1916 b
BETANIA	3,7716 bc	2,5753 a	10,7706 fg	0,9080 bcd	15,5628 cd
LUCY BROW	3,2760 c	0,6253 e	21,9344 a	1,2900 ab	19,3252 b
LUIZA	4,0152 abc	1,2516 d	13,9442 cd	1,2890 ab	14,9497 d
RUBINELA	3,8388 abc	1,7466 bcd	10,0263 gh	1,1900 bc	24,1740 a
Teste F	**	**	**	**	**
Cv (%)	8,69	15,82	5,71	16,94	3,88

Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si, a 1% de probabilidade, \*\* = significativo a 1% de probabilidade; CV (%) coeficiente de variação; ns = não significativo.

A cultivar Giovana foi a que apresentou maior teor de proteína (Tabela 2), ou seja, 4,6788 mg/g, e a cultivar Lucy apresentou menor valor equivalente a 3,2760 mg/g, embora ambas não tenham diferido

estatisticamente das cultivares Regina, Stella, Lirice, Betânia, Luiza e Rubinela. Conforme trabalho desenvolvido por Ohse et al. (2009) a cv. Lucy Brown apresentou 8.3 mg/g sendo este o menor teor de proteínas quando comparado as demais cultivares de alface cultivadas em sistema hidropônico analisada, tais resultados podem ser atribuídos a possíveis características genéticas da cv. Lucy Brown em que ela pode possuir menor capacidade de absorção de proteínas.

Ademais, pode estar associado também a quantidade de nitrato presente na planta, uma vez que neste estudo a cultivar Lucy Brown apresentou teor de 480,8 mg kg<sup>-1</sup> MF, sendo um dos mais altos teores. O nitrato ao passar por algumas etapas é transformado em nitrito, seguidamente em amônio que combinado a compostos orgânicos é essencial para a formação de aminoácidos e proteínas (XAVIER, 2011). Desta forma, sugere-se que a cv. Lucy Brown pode ter características genéticas inferiores às demais cultivares para a conversão de nitrato em proteína.

Na tabela 2 nota-se que para o amônio livre a cultivar Betânia com cerca de 2,5753 mol m<sup>-3</sup> apresentou maior teor, porém não diferindo significativamente da Stella (2,0450 mol m<sup>-3</sup>). Contudo, com menor teor destaca-se a cultivar Lucy Brown com 0,6253 mol m<sup>-3</sup>. Para Rocha (2019) em seu estudo com cultivares de alface *baby leaf* var. Mimosa, observou que altas doses de amônio na solução nutritiva, afetaram negativamente o desenvolvimento das raízes, bem como causaram diminuição dos teores de macro e micronutrientes na parte aérea, reduzindo a qualidade nutricional. Cruz et al. (2006) reportaram que o sistema radicular pode servir como destino para o excesso de amônio na planta, reduzindo possíveis efeitos tóxicos deste íon para planta.

Quanto aos teores de sacarose a cultivar Lucy Brown se destacou com efeito significativo de 21,9344 (mg/g) diferindo-se significativamente das demais cultivares (tabela 2). Em contrapartida, o menor teor foi observado na cultivar Regina que foi de 9,2400 (mg/g). O valor nutritivo dos alimentos é determinado por sólidos totais como: teor de proteínas, lipídios, açúcares entre outros, tais teores são amplamente influenciados por fatores ambientais como temperatura, adubação, luminosidade, densidade de plantio entre outros (MARTINS, 2016). Diante disto, pode-se atribuir a diferença significativa entre as cultivares aos fatores ambientais citados, bem como características genéticas relacionadas à absorção de sacarose.

Segundo Vitti et al. (2011) os níveis de sacarose podem ser afetados pela temperatura, em que pode ocorrer a conversão da mesma em açúcares redutores. Para Arcila et al. (2017) o sabor da alface é formado por dois fatores que são a amargura proveniente de ácidos orgânicos, lipídios e fenóis e a doçura na qual está diretamente ligada à frutose, glicose, sacarose e fibra. Com isto, sugere-se que a cultivar Lucy Brown apresenta grande vantagem quanto ao sabor em relação às demais cultivares.

Em relação aos carboidratos a cultivar Lirice apresentou maiores resultados com cerca de 1,6950 g100g<sup>-1</sup> já a cultivar Mônica com 0,6950 g100g<sup>-1</sup> sendo o menor teor encontrado, embora a mesma não diferiu significativamente das cultivares Regina, Stella, Pira roxa e Betânia nas quais os teores foram de 0,8130, 1,0130, 1,0170 e 0,9080 (g 100 g<sup>-1</sup>), respectivamente. O resultado representa que tais cultivares por possuírem menor valor calórico são indicadas para dietas alimentares. Ohse et al. (2012) em seu estudo com hortaliças folhosas em que analisou hortaliças como agrião, chicória, rúcula e alfaces cv. Lucy Brown e cv.

Regina constatou a alface cultivar Lucy Brown como hortaliça mais indicada para dietas devido ao seu baixo valor calórico quando a mesma apresentou valor de carboidrato de  $1,97 \text{ g}100\text{g}^{-1}$ .

Perdomo et al. (2018) ao analisar monocultivo de taro e consorciado com alface e bertalha, obtiveram os menores teores de carboidrato em cultivo consorciado em que os valores variaram entre  $1,88 \pm 0,20$  (%), sendo relacionado ao nível de sombreamento obtido no consórcio, gerando maior competição entre as espécies. Estes valores se aproximam dos relatos no presente trabalho, em que variaram entre  $1,69 \pm 0,69$  %.

De acordo com a tabela 2 nota-se que em relação aos aminoácidos as cultivares Mônica e Rubinela apresentaram os maiores teores, sendo eles  $24,2639 \text{ (mg/g)}$  e  $24,1740 \text{ (mg/g)}$ , respectivamente, diferindo significativamente das demais cultivares analisadas. Com os menores teores encontram-se Luiza e Stella, não obstante as mesmas não diferiram significativamente das cv. Regina e Betânia. Khan et al. (2019) em seu estudo sobre o uso de aminoácidos como bioestimulante sugeriram que níveis ótimos de aminoácidos podem estar relacionados a sua espécie ou genótipo. Os aminoácidos são substâncias vistas como bioestimulantes que promovem o desenvolvimento da planta, aumentam a disponibilidade de nutrientes e melhoram a qualidade da planta (ROUPHAEL et al., 2018a; ROUPHAEL et al., 2018b). Com isso, infere-se que para o município de Paragominas as cultivares Mônica e Rubinela podem apresentar vantagem em relação às demais.

Sobre as demais cultivares analisadas, que não foram citadas acima, apesar de não apresentarem resultados significativos, os níveis de compostos bioativos não prejudicaram o desenvolvimento destas cultivares no campo.

## CONCLUSÕES

Portanto, as cultivares recomendadas para a região de Paragominas, com base nas condições utilizadas neste experimento, foram as cultivares Luiza, Mônica, Rubinela e Pira Roxa, que apresentaram melhores resultados para a maioria dos parâmetros bioquímicos analisados. Tais cultivares apresentaram níveis satisfatórios para clorofila, carotenoide, antocianina, nitrato, carboidratos, proteínas e aminoácidos.

Todas as cultivares analisadas conseguiram se desenvolver nas condições edafoclimáticas de Paragominas-PA, tornando-se viável a produção de alface na região.

Atualmente há escassez em estudos com compostos bioativos em cultivares de alface para a região norte, especialmente o Pará, com isso se faz necessário à realização de mais estudos voltados para a área.

**AGRADECIMENTO:** À FAPESPA, pela concessão de bolsas de iniciação científica e apoio financeiro do projeto ICAAF 010/2018.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A.; SERRA, C.; DIAS, M. G.. Efeito da sazonalidade no teor de carotenoides em frutos e produtos hortícolas consumidos em Portugal. **Boletim Epidemiológico**

**Observações**, v.6, n.20, p.33-36, 2017.

ARCILA, M. V.; CARTAGENA-VALENZUELA, J. R.; FRANCO, G.;

CORREA-LONDOÑO, G. A.; QUINTERO-VÁSQUEZ, L. M.; GAVIRIA-MONTOYA, C. A.. Changes in the physico-chemical properties of four lettuce (*Lactuca sativa* L.) varieties during storage. **Ciencia y Tecnología Agropecuaria**, v.18, n.2, p.257-273, 2017. DOI:

[http://doi.org/10.21930/rcta.vol18\\_num2\\_art:632](http://doi.org/10.21930/rcta.vol18_num2_art:632)

AVIZ, R. O.; BORGES, L. S.; LIMA, M. S. S.; MEDEIROS, M. B. C. L.; CUNHA, H. P. S.; CARVALHO, T. A.; SANTOS, T. S.; CARVALHO, F. S.. Avaliação sensorial de cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) produzidas sob condições climáticas do sudeste paraense. In: SANTOS, C. A. D.. **Grandes temas em Agronomia**. Maringá: Uniedusul, 2019a. p.128-140. DOI: <http://dx.doi.org/10.29327/511578-13>

AVIZ, R. O.; BORGES, L. S.; SILVA, M. J. S.; CASAIS, L. K. N.; CARMO, A. S.; SOARES, D. S.; SILVA, F. C. G.; CARVALHO, F. S.. Adaptação de cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) às condições climáticas do sudeste paraense. In: SANTOS, C. A. D.. **Grandes temas em Agronomia**. Maringá: Uniedusul, 2019b. p.141-152. DOI: <http://dx.doi.org/10.29327/511578-14>

AVIZ, R. O.; CASAIS, L. K. N.; SILVA, M. J. S.; BORGES, L. S.. Cultivo de pimentão (*Capsicum annuum* L.) sobre diferentes coberturas vegetais em Paragominas, Pará. **Revista Cultivando o Saber**, v.13, n.2, p.19-26, 2020.

BARROS JÚNIOR, A. P.; CECÍLIO FILHO, A. B.; RESENDE, B. L. A.; LINS, H. A.. Acúmulo de nitrato na alface e rúcula em resposta à adubação nitrogenada das culturas em consórcio. **Revista Caatinga**, v.33, n.01, p.260-265, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252020v33n128rc>

BASTOS, T. X.; PACHECO, N. A.; FIGUEIRÊDO, R. D. O.; SILVA, G.. **Características agroclimáticas do município de Paragominas**. Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E), 2005.

BECKER, C.; URLIC, B.; JUKIĆ ŠPIKA, M.; KLÄRING, H. P.; KRUMBEIN, A.; BALDERMANN, S.; BAN, S. G.; PERICA, S.; SCHWARZ, D.. Nitrogen limited red and green leaf lettuce accumulate flavonoid glycosides, caffeic acid derivatives, and sucrose while losing chlorophylls,  $\beta$ -carotene and xanthophylls. **Plos One**, v.10, n.11, 2015. DOI: <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0142867>

BOMFIM, M. P.; LIMA, G. P. P.; VIANELO, F.; SÃO JOSÉ, A. R.. Caracterização dos compostos bioativos em frutas e hortaliças adquiridas no comércio de Padova-Itália. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v.18, n.2, p.82-92, 2017.

BRADFORD, M. M.. A Rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Anal Biochem**, v.72, p.248-254, 1976.

CARRATU, E.; SANZINI, E.. Sostanze biologicamente attive presenti negli alimenti di origine vegetable. **Annali-Istituto Superiore Di Sanita**, v.41, n.1, p.7, 2005.

CASAI, L. K. N.; BORGES, L. S.; MEDEIROS, M. D. B. C. L.; SOUZA, M. E.; SOARES, D. S.. Índices morfofisiológicos e clorofila de hortelã-pimenta cultivadas sob diferentes sistemas de cultivos. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.3, 2020. DOI:

<http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.003.0024>

CATALDO, D. A.; HAROON, S. L. E.; YOUNG, V. L.. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. **Commun Soil Science Plant Analyse**, v.6, n.1 p.71-80, 1975. DOI: <http://doi.org/10.1080/00103627509366547>

CAVASINI, R.. **Caracterização topográfica da epiderme de hortaliças folhosas e mistura gasosa de ozônio na qualidade de alface**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017.

CEZAR, A. D. C.. **Produção e teor de nitrato em alface cultivada sob malhas de sombreamento e aplicação de Calcarea carbonica em solos provenientes de sistema orgânico e convencional**. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2016.

COSTA, K. P.; SILVA, J. C. R. L.; FERNANDES, T. O. M.; FONSECA, F. S. A.; MAIA, J. T. L. S.; MARTINS, E. R.. Teor de nitrato em alface produzida em sistema hidropônico vertical com substrato e NFT/Nitrate content in lettuce produced in a vertical hydroponic system with substrate and NFT. **Caderno de Ciências Agrárias**, v.10, n.1, p.24-28, 2018.

CRUZ, J. L.; PELACANI, C. R.; ARAÚJO, W. L.. Efeito do nitrato e amônio sobre o crescimento e eficiência de utilização do nitrogênio em mandioca. **Bragantia**, v.65, n.3, p.467-475, 2006.

DAI, W.; GIRDTHAI, T.; HUANG, Z.; KETUDAT-CAIRNS, M.; TANG, R.; WANG, S.. Genetic analysis for anthocyanin and chlorophyll contents in rapeseed. **Ciência Rural**, v.46, n.5, p.790-795, 2016. DOI: <http://doi.org/10.1590/0103-8478cr20150564>

DALASTRA, G. M.; HACHMANN, T. L.; ECHER, M. M.; GUIMARÃES, V. F.; FIAMETTI, M. S.. Características produtivas de cultivares de alface mimosa, conduzida sob diferentes níveis de sombreamento, no inverno. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.15, n.1, p.15-19, 2016. DOI: <http://doi.org/10.18188/sap.v15i1.10360>

DINIZ, I. F.; PAULA, B. M. D.. Avaliação do potencial antioxidante de diferentes cultivares de alface através da técnica de neutralização do radical ABTS+. In: CONGRESSO NACIONAL UNIVERSIDADE, EAD E SOFTWARE LIVRE. **Anais**. 2018.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. T.; SMITH, F.. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v.28, n.3, p.350-356, 1956. DOI: <http://doi.org/10.1021/ac60111a017>

DUMONT, A. H.; DIAS, L. A.; FINGER, F. L.. Oferta e tecnologias de produção de pepino e berinjela em Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, v.1, n.34, p.265-272, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620160000200018>

GALDINO, A. G. S.; SILVA, T. I.; SILVA, J. S.; SILVA, C. L.. Teor de aminoácidos como respostas adaptativas de milheto (*Pennisetum glaucum*) ao estresse hídrico e salino. **DESAFIOS-Revista Interdisciplinar da Universidade**

Federal do Tocantins, v.5, n.1, p.94-99, 2018. DOI:

<http://doi.org/10.20873/uft.2359-3652.2018vol5n1p76x>

GEE, L.; AHLUWALIA, A.. Dietary Nitrate Lowers Blood Pressure: Epidemiological, Pre-clinical Experimental and Clinical Trial Evidence. **Current Hypertension Reports**, v.18, n.2, p.1-17, 2016. DOI: <http://doi.org/10.1007/s11906-015-0623-4>

GOMES, F. P.. **Curso de estatística experimental**. 15 ed. Piracicaba: Fealq, 2009.

GONÇALVES, T. D. O.. **Caracterização físico-química, teor de nitrato e metais em alface (*Lactuca sativa* L.) do tipo crespa e americana cultivadas em sistema hidropônico e convencional**. Monografia (Bcharelado em Engenharia de alimentos) - Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Mato Grosso, Cuiabá, 2016.

GUERRA, A. M. N. M.; COSTA, A. C. M.; FERREIRA, J. B. A.; TAVARES, P. R. F.; VIEIRA, T. S.; MEDEIROS, A. C.. Avaliação das principais causas de perdas pós-colheita de hortaliças comercializadas em Santarém, Pará. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.12, n.1, p.34-40, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v12i1.4809>

KHAN, S.; YU, H.; LI, Q.; GAO, Y.; SALLAM, B. N.; WANG, H.; LIU, P.; JIANG, W.. Exogenous Application of Amino Acids Improves the Growth and Yield of Lettuce by Enhancing Photosynthetic Assimilation and Nutrient Availability. **Agronomy**, v.9, n.5, p.266, 2019. DOI: <http://doi.org/10.3390/agronomy9050266>

KIM, M. J.; MOON, Y.; TOU, J. C.; MOU, B.; WATERLAND, N. L.. Nutritional value, bioactive compounds and health benefits of lettuce (*Lactuca sativa* L.). **Journal of Food Composition and Analysis**, v.49, p.19-34, 2016. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.03.004>

MARIUSSI, L. M.; JUNIOR, J. M. F.; BARNABÉ, F.; SILVA, C. A.. Ácidos húmicos e aminoácidos no desenvolvimento de mudas de alface. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35. **Anais**. Natal, 2015.

MARTINS, L. M.. **Cultivares de alface produzidas em três sistemas de produção**. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, 2016.

MELO, E. D. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G. D.; SANTANA, A. P. M. D.. Capacidade antioxidante de hortaliças submetidas a tratamento térmico. **Nutrire Rev. Soc. Bras. Aliment. Nutr**, p.85-95, 2009.

MELO, E. D. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; LEAL, F. L. L.; CAETANO, A. C. D. S.; NASCIMENTO, R. J.. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. **Food Science and Technology**, v.26, n.3, p.639-644, 2006.

NTSOANE, L. L. M.; SOUNDY, P.; JIFON, J.; SIVAKUMAR, D.. Respostas específicas de variedades de alface cultivada sob diferentes redes de sombra coloridas sobre a qualidade fitoquímica após o armazenamento pós-colheita. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v.91, p.520-528, 2016. DOI: <http://doi.org/10.1080/14620316.2016.1178080>

OHSE, S.; RAMOS, D. M. R.; CARVALHO, S. M. D.; FETT, R.; OLIVEIRA, J. L. B.. Composição centesimal e teor de nitrato em cinco cultivares de alface produzidas sob cultivo hidropônico. **Bragantia**, v.68, n.2, p.407-414, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052009000200015>

OHSE, S.; CARVALHO, S. M.; REZENDE, B. L. A.; OLIVEIRA, J. B.; MANFRON, P. A.; NETO, D. D.. Produção e composição química de hortaliças folhosas em hidroponia. **Bioscience Journal**, v.28, n.2, 2012.

OLIVEIRA, A. C. B.; SEDIYAMA, M. A. N.; PEDROSA, M. W.; GARCIA, N. C. P.; GARCIA, S. L. R.. Divergência genética e descarte de variáveis em alfaces cultivadas sobre sistema hidropônico. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.26, n.2, p.211-217, 2012. DOI: <http://doi.org/10.4025/actasciagron.v26i2.1894>

OLIVEIRA, A. H. G. D.. **Estimativas de parâmetros genéticos para pigmentos foliares e caracteres agrônômicos em diferentes populações de alface**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2019.1303>

PEOPLES, M. B.; FAIZAH, A. W.; RERKASEM, B.; HERRIDGE, D. F.. **Methods for evaluating nitrogen fixation by nodulated legumes in the field**. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research, 1989.

PERDOMO, L. L. Ñ.; TELLES, C. C.; JUNQUEIRA, A. M. R.; ALENCAR, E. R. D.; FUKUSHI, Y. K. D. M.. Qualidade físico-química de hortaliças produzidas em cultivo consorciado. **Cadernos de Agroecologia**, v.13, n.1, 2018.

RAMALHO, A. A.; DALAMARIA, T.; SOUZA, O. F. D.. Consumo regular de frutas e hortaliças por estudantes universitários em Rio Branco, Acre, Brasil: prevalência e fatores associados. **Cadernos de Saúde Pública**, v.28, p.1405-1413, 2012.

REIS, I. S.; CONCEIÇÃO, A. M.; FURTADO, M. B.; MENDES, B. C.; FARIAS, M. F.. Eficácia de aditivo nutricional comercial composto por aminoácidos e minerais na cultura da Alface. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35. **Anais**. Natal, 2015.

ROCHA, D. C. D.. **Composição mineral e teor de nitrato em alface hidropônica baby leaf sob diferentes proporções  $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$  e concentrações de molibdênio**. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

ROCHA, S. M. B. M.. Benefícios funcionais do açaí na prevenção de doenças cardiovasculares. **Journal of Amazon Health Science**, v.1, n.1, p.1-10, 2015.

RODRIGUES, D. S.; NOMURA, E. S.; GARCIA, V. A.. Coberturas de solo afetando a produção de alface em sistema orgânico. **Revista Ceres**, v.56, n.3, 2015.

ROSA, A. M.; SEÓ, H. L. S.; VOLPATO, M. B.; FOZ, N. V.; SILVA, T. C.; OLIVEIRA, J. L. B.; OGLIARI, J. B.. Produção e atividade fotossintética de superfície Mimosa Verde e Roxa em dois sistemas de cultivo. **Revista Ceres**, v.61, n.4, 2015.

ROUPHAEL, Y.; SPÍCHAL, L.; PANZAROVÁ, K.; CASA, R.;

COLLA, G.. High-throughput plant phenotyping for developing novel biostimulants: from lab to field or from field to lab?. **Frontiers in Plant Science**, v.9, p.1197, 2018b. DOI: <http://doi.org/10.3389/fpls.2018.01197>

ROUPHAEL, Y.; COLLA, G.. Synergistic biostimulatory action: Designing the next generation of plant biostimulants for sustainable agriculture. **Frontiers in Plant Science**, v.9, p.1655, 2018a. DOI: <http://doi.org/10.3389/fpls.2018.01655>

SALA, F. C.; COSTA, C. P. C.. Melhoria de alface. In: NICK, C.; BORÉM, A.. **Melhoramento de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2016. p.95-127.

SCHMILDT, E. R.; SILVA, W.; AMBROSIO, T. J.; SCHMILDT, O.; NASCIMENTO, A. L.; FERNANDES, A. A.. Coeficiente de variação como medida da precisão em experimentos de alface. **Revista Agro@ambiente On-line**, v.11, n.4, p.290-295, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v11i4.4412>

SILVA, E. C. D.; MARTINS, L. M.; CARLOS, L. D. A.; FERRAZ, L. D. C. L.; CRUZ, J. L. C.. Teor de fitoquímicos em cultivar de alface: influência do sistema orgânico, convencional e hidropônico. **Cadernos de Agroecologia**, v.13, n.1, 2018.

SILVA, L. C. B. D.. **Avaliação de substratos para produção de mudas de alface em Vilhena-Ro**. Monografia (Bacharelado em Agronomia) - Faculdade da Amazônia, Vilhena, 2019.

SIMS, D. A.; GAMON, J. A.. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. **Remote Sensing of Environment**, v.81, p.337-354, 2002. DOI: [http://doi.org/10.1016/S0034-4257\(02\)00010-X](http://doi.org/10.1016/S0034-4257(02)00010-X)

VAN HANDEL, E.. Direct microdetermination of sucrose. **Analytical biochemistry**, v.22, n.2, p.280-283, 1968. DOI: [http://doi.org/10.1016/0003-2697\(68\)90317-5](http://doi.org/10.1016/0003-2697(68)90317-5)

VIEIRA, J. H.; DIVINCULA, J. S.; SANTOS, L. D. A.; SANTOS, R. S. S.; SÁ, M. B.; SANTOS, M. A. L.. Resposta dos teores de clorofila da alface a doses de fertirrigação de NPK e lâminas de irrigação. In: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, 4. **Anais**. 2017.

VILELA, N. J.; LUENGO, R. F. A.. Produção de Hortaliças Folhosas no Brasil. **Campo & Negócios, Hortifrutti**, Uberlândia, v.12, n.146, 2017.

VITTI, M. C. D.; SASAKI, F. F.; MIGUEL, P.; MORETTI, C. L.; JACOMINO, A. P.; KLUGE, R. A.. TEORES de carboidratos não estruturais de cultivares de batatas minimamente processadas refrigeradas. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v.12, n.2, p.237-244, 2011.

WEATHERBURN, M. W.. Phenol hypochlorite reaction for determination of ammonia. **Analytical Chemistry**, v.39, p.971-974, 1967. DOI: <http://doi.org/10.1021/ac60252a045>

XAVIER, V. L.. **Teor de nitrato em alfaces comercializadas na cidade do Recife produzidas sob diferentes sistemas de cultivo**. Dissertação (Mestrado em Saúde humana e meio ambiente) - Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2011.

YURI, J. E.; MOTA, J. H.; RESENDE, G. M.; SOUZA, R. J.. **Nutrição e adubação da cultura da alface**. Embrapa Semiárido-Capítulo em livro científico (ALICE), 2016.

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.