



***Produção e teor de nitratos de alface hidropônica sob diferentes níveis de nitrato na solução nutritiva***

***Semako Ibrahim Bonou<sup>1</sup>, José Dantas Neto<sup>2</sup>***

**RESUMO**

O cultivo hidropônico é uma alternativa viável, diante do cenário de escassez hídrica, visto que essa técnica utiliza água de forma racional e sem desperdícios, contudo, faz-se necessário o monitoramento do teor de nitrato acumulado em especial nas folhosas como a alface. Assim, objetivou-se com este estudo avaliar a produção e teor de nitratos nas folhas de alface hidropônica sob diferentes níveis de nitrato da solução nutritiva. O experimento foi conduzido em sistema hidropônico instalado em casa de vegetação pertencente à Universidade Federal de Campina Grande. O delineamento estatístico adotado foi o de blocos casualizado completos, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de cinco níveis de nitrato da solução nutritiva (N1=25%; N2= 50%; N3=75%; N4=100 e N5=125% de nitrato), os dados foram padronizado e submetido à estatística multivariada. A concentração de nitrato que mais influenciou a produção de fitomassa é o tratamento N5 (125%). Os tratamentos N4 (100%) e o N3 (75%) influenciaram mais o desenvolvimento dos pigmentos cloroplastídicos e carotenoides da alface. A medida que aumentou o nível de nitrato da solução nutritiva, houve incremento no teor de nitrato nas folhas de alface. A quantidade de nitrato encontrado nas folhas de alface foi menor que os valores máximos permitidos pela legislação.

**Palavras chaves:** *Lactuca sativa* L, metahemoglobinemia, hidroponia, clorofila, condutividade elétrica.

<sup>1</sup>Aluno do curso de Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, UFCCG, Campina Grande, PB,  
e-mail: bonouibrahim@gmail.com

<sup>2</sup>Engenharia Agrícola, Professor Doutor, UFCCG, Campina Grande, PB,  
e-mail: zedantas1955@gmail.com

***Production and nitrate content of hydroponic lettuce under different nitrate levels in nutrient solution***

**ABSTRACT**

Hydroponic cultivation is a viable alternative, given the water scarcity scenario, since this technique uses water rationally and without waste, however, it is necessary to monitor the accumulated nitrate content especially in leafy lettuce. Thus, this study aimed to evaluate the production and nitrate content of hydroponic lettuce leaves under different nitrate levels of the nutrient solution. The experiments were conducted in a hydroponic system installed in a greenhouse belonging to the Federal University of Campina Grande. The statistical design adopted was the complete randomized blocks with four replications. The treatments consisted of five nitrate levels of the nutrient solution (N1 = 25%; N2 = 50%; N3 = 75%; N4 = 100 and N5 = 125% nitrate), the data were standardized and subjected to multivariate statistics. The nitrate concentration that most influenced the phytomass production is N5 (125%). N4 (100%) and N3 (75%) further influenced the development of lettuce chloroplastid and carotenoid pigments. As the nitrate level of the nutrient solution increased, the nitrate content of the lettuce leaves increased. The amount of nitrate found in lettuce leaves was lower than the maximum values allowed by law.

**Keywords:** *Lactuca sativa* L, hydroponics, chlorophyll, Electric conductivity

## INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma das hortaliças folhosas mais presente na dieta da população brasileira. Ela é fonte de vitaminas e sais minerais na alimentação da população e se destaca pelo baixo valor calórico, sendo bastante utilizada em dietas balanceadas e recomendada por nutricionistas, ocupando importante parcela do mercado nacional e adquirindo uma crescente importância na economia do país (LOPES et al., 2011; FILGUEIRA, 2008; LIMA et al., 2008).

De acordo com Aquino et al. (2007) por ser sensível a condições climáticas adversas, uma alternativa de minimizar essa situação é o cultivo em ambiente protegido da hortaliça. Neste contexto, o cultivo hidropônico representa uma alternativa vantajosa quando comparada ao cultivo convencional, por obter produtos de qualidade superior, mais uniformes, com maior produtividade, menor custo de mão-de-obra, menor consumo de água e de insumos agrícolas, além de preservar o meio ambiente (PAULUS et al., 2010; CUPPINI et al., 2010).

Entre os produtores hidropônicos a alface é a cultura mais difundida por seu ciclo curto e garantia de retorno, sendo que a técnica mais utilizada é a do fluxo laminar de nutrientes (NFT = Nutrient Film Technique) (PAULUS et al., 2012; ALVES et al., 2011). Contudo, faz-se necessário acompanhamento técnico especializado para que se tenha a solução nutritiva balanceada que forneça nutrição adequada às plantas e evite, dentre outros problemas, o acúmulo excessivo de nitrato (LUZ et al., 2008).

Filgueira (2008) afirma que nas hortaliças, em especial nas folhosas, o nitrogênio desempenha papel fundamental no crescimento e na produtividade, sendo que o suprimento de nitrogênio está intimamente ligada a alta atividade fotossintética e ao crescimento das culturas. Em condições hidropônicas, o nitrogênio é fornecido às culturas na forma de nitrato, mas também na amoniacal. Entretanto, excessos na adubação favorecem o acúmulo do íon nitrato nas folhas e nos tecidos (LUZ et al., 2008).

Segundo Aprígio et al. (2012) a exposição do homem a presença de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), através da ingestão de água e alimentos, este íon é convertido a nitrito pelo seu organismo e quando entra na corrente sanguínea oxida o ferro presente na molécula de hemoglobina resultando na produção de

metahemoglobina, que impede o transporte do oxigênio necessário à respiração das células dos tecidos causando a metahemoglobinemia (FAQUIN & ANDRADE, 2004).

Luz et al. (2008); Lopes et al. (2011) e Helbel Júnior et al. (2008) relatam que essa reação promove a falta de oxigenação nas células do tecido cerebral; além disso, a combinação de nitrito com aminas gera as nitrosaminas, que são mutagênicas e cancerígenas e que, segundo Krohn et al. (2003), impedem o transporte do oxigênio para os tecidos devido à transformação da hemoglobina em ferrihemoglobina.

O cultivo hidropônico de alface utiliza nitrogênio para suprimento das plantas, esse nutriente é fornecido às plantas principalmente na forma de nitrato, mas também na amoniacal. Contudo, seu excessos na adubação favorecem o acúmulo do íon nitrato nas folhas (LUZ et al., 2008) e nos tecidos (FURTADO, 2008). Entretanto, os estudos ainda não quantificaram qual o nível/dose de nitrato pode influenciar sua concentração e teores de nitratos nas folhas, tão pouco nos tecidos das plantas.

### **OBJETIVO GERAL**

Avaliar a produção e teor de nitratos nas folhas de alface hidropônica sob diferentes níveis de nitrato na solução nutritiva.

### **Objetivos específicos**

Determinar a produtividade da alface hidropônica;

Determinar a concentração de nitrato nas folhas de alface.

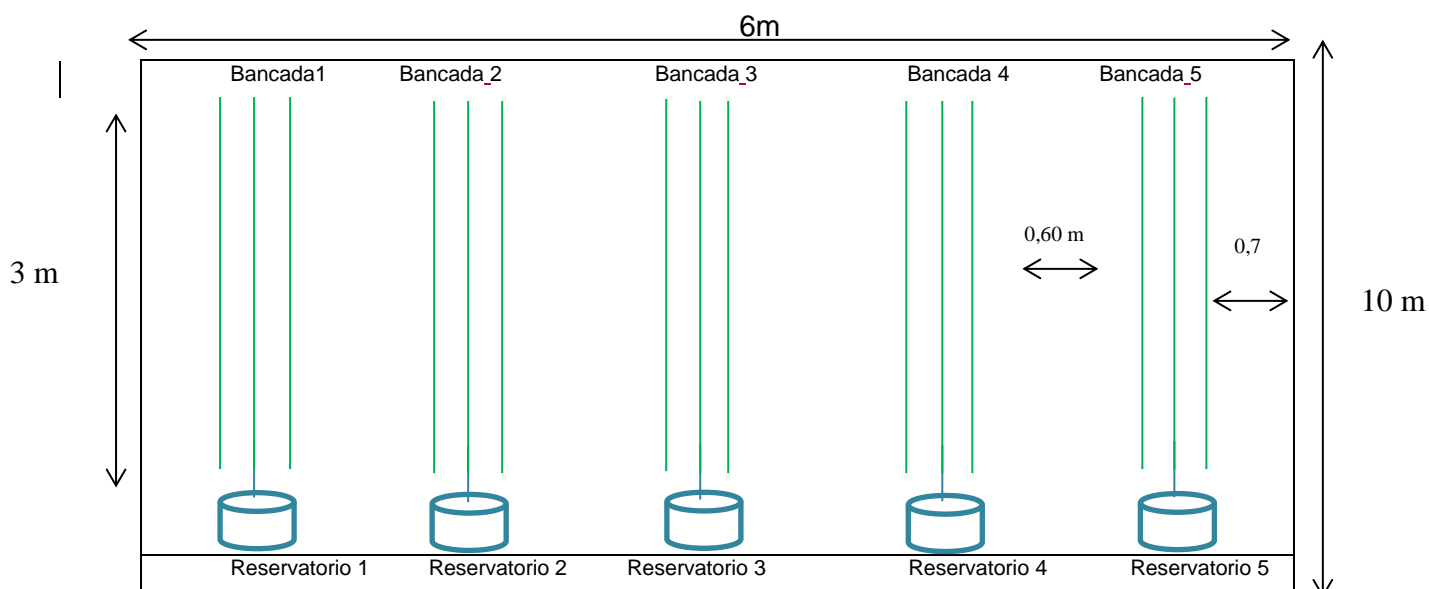
Recomendar a dose de nitrato com melhor relação custo/benefício e a que mais influenciará as variáveis de crescimento, produção e teor de nitratos.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação pertencente a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), situada no município de Campina Grande, PB, sob as coordenadas geográficas de 7°13'11" latitude sul e 35°53'31" de longitude oeste e altitude de 550m.

A casa de vegetação é do tipo capela e possui estrutura em arcos galvanizados, com dimensões de 6,0 m de largura x 10 m de comprimento e pé-direito de 3,00 m, coberta com telhas de fibra de vidros, e laterais envolvidas com telado que permitem a passagem parcial do vento, amenizando

a temperatura interna. No interior da casa de vegetação possui cinco bancadas de sistema hidropônico alternativo com tubos de PVC PN40, espaçadas uma das outras em 0,60 m, com altura inicial de 0,76 m e declividade de 2%. Os perfis estão espaçados em 0,20 m e apresentam comprimento de 3,0 m conforme layout simplificado (Figura 1).



**Figura 1.** Layout das bancadas e dos reservatórios de hidroponia.

A cultivar de alface que foi utilizada é do grupo crespa, conhecida como cultivar 55, sendo esta a mais cultivada nos sistemas hidropônicos no Estado da Paraíba. As mudas foram produzidas em espuma fenólica previamente lavada com água corrente, para eliminar possíveis resíduos remanescentes de sua fabricação, o desenvolvimento das mudas foi na estrutura hidropônica denominada berçário.

O transplântio foi realizado quando as mudas estavam com quatro folhas definitivas, sendo 210 mudas de alface espaçadas em 0,25 m entre plantas. Ressalta-se que foi deixada como bordadura duas plantas de cada perfil, a primeira e a última, com o intuito das plantas estarem com o mesmo nível de competição por luz e espaço para o seu crescimento normal.

O delineamento estatístico adotado foi o de blocos casualizado completos, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de cinco níveis de nitrato da solução nutritiva (N1=25%; N2= 50%; N3=75%; N4=100 e N5=125% de nitrato), com quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais, sendo que cada unidade experimental foi composta por 10

plantas, ressalta-se que foi deixada como bordadura duas plantas de cada perfil, a primeira e a última com um total de 210 plantas. Os perfis foram etiquetados com cada tratamento e sua respectiva repetição.

Os perfis referentes a cada tratamento foram interligados a reservatórios de plástico rígido com capacidade de 100 litros, sendo um total de 5 reservatório, onde foi armazenada a solução nutritiva, correspondente a cada tratamento. Em cada reservatório foi instalado uma eletrobomba EMICOL Classe H 322139 com vazão de 900 L h<sup>-1</sup>. Cada bomba foi conectada a um temporizador analógico, ligado à energia elétrica, para manter a solução circulando automaticamente. Os temporizadores foram programados para irrigações a cada 15 minutos durante o dia, e intervalos de uma hora no período noturno.

O preparo e manejo da solução nutritiva foi de acordo com a recomendação de Furlani et al. (1999) para todos os tratamentos. A formulação utilizada para o preparo da solução foi composta por Hidrogood Fert, que contém todos os macronutrientes e micronutrientes necessários para o bom desenvolvimento da cultura. O composto foi adicionado à água junto com o Nitrato de Cálcio que foi em proporções diferentes e Ferro quelatizado, também da Hidrogood.

Foi realizado o monitoramento diário das soluções para garantir a condutividade elétrica correta para cada tratamento, sendo realizada a verificação através de condutivímetro de bancada modelo Mca 150, duas vezes ao dia, quando necessário, a mesma foi ajustada através da diluição do tratamento com uma solução nutritiva de ajuste, previamente preparada com água de chuva e armazenada em reservatório extra, conforme recomendação de Furlani et al. (1999).

Foi quantificada diariamente o pH, através de um pHmetro de bancada modelo LUCA-210, mantendo a solução com pH entre 5,5 e 6,5 (devido se tratar do intervalo ótimo para absorção de nutrientes pela cultura), ajustando-o quando necessário, através de uma solução base composta por hidróxido de sódio ou uma solução ácida composta por ácido sulfúrico.

A casa de vegetação conta com um Termohigrômetro digital para aferição de temperatura e umidade relativa ar que foram verificados diariamente ao longo do ciclo de cultivo da alface.

As avaliações foram realizadas aos 7 e 21 dias após o transplante das mudas. A Determinação da área foliar foi conforme equação 1.

$$AF = \frac{\text{Área da amostra} * \text{massa seca das folhas}}{\text{Massa seca da amostra}} \quad \text{Eq.01}$$

Em que: AF= Área foliar (cm<sup>2</sup>), Área das amostras = um disco de área conhecida de 9cm<sup>2</sup>, massa seca total das folhas=massa seca total da planta obtida por meio de secagem em estufa de circulação forçada a 65°C e pesada em balança de precisão de 0,01g; massa seca da amostra = massa seca da área do disco obtida por meio de secagem em estufa de circulação forçada a 65°C e pesada em balança de precisão de 0,01g. Clorofila A, B, Total e carotenóides, a produtividade e o nitrato nas folhas.

A altura das plantas (AP) foi determinada medindo as plantas com régua graduada, o número de folhas (NF) foi determinado por contagem direta das folhas. O comprimento de caule (CC) foi determinado medindo o caule depois de tirar todas as folhas.

Para determinar a densidade da raiz (DR) foi usada uma proveta graduada com água e depois colocada a raiz, a diferença de nível da água na proveta é igual a densidade da raiz. O diâmetro da parte aérea (DPA) foi determinado medindo a distância entre as folhas mais largas da planta.

As massas frescas total (MF total), comercial (MF-com), do caule (MF caule), e da raiz (MFR) foram determinadas com pesagem direta em uma balança de precisão. As massas secas de folhas (MSF), de caule (MSC) e de raiz (MSR) foram determinadas por pesagem direta do material depois de passar 72h no estufa até atingir peso constante.

Para a determinação dos pigmentos cloroplastídicos (clorofila a, b, total e carotenóides). As folhas foram coletadas e imediatamente acondicionadas em envelopes de alumínio, armazenadas em recipientes térmicos com isolamento contendo gelo químico e transportadas imediatamente para o laboratório. Em seguida, com o auxílio de um vazador circular, foram retirados círculos de tecido vegetal do terço médio das folhas, procedendo-se à pesagem de cada material.

Posteriormente, o material foi macerado e colocado em recipientes revestidos com papel-alumínio, adicionando-se 6 ml de acetona 80%. Os recipientes ficaram sob refrigeração (8 °C) por 24 horas e, posteriormente,

foram filtrados em papel durante 5 minutos de acordo com metodologia proposta por Arnon (1945). As leituras de absorvâncias foram obtidas por espectrofotometria nos comprimentos de onda de 470nm (A470), 647nm (A647) e 663 nm (A663), utilizando-se acetona a 80% como branco. Na quantificação da clorofila a, b, total e carotenóides, foram utilizadas as equações descritas por Lichtenthaler (1987).

Para determinação do nitrato as amostras das folhas de alface foram pesadas, colocadas para secar em estufa com circulação de ar a 60°C até peso constante e, após, foram moídas. Foi determinado o teor de nitrato no laboratório com 2 repetições para cada amostra. As determinações de nitrato foram realizadas pelo método colorimétrico, segundo procedimentos recomendados por Cataldo et al. (1975).

A produtividade foi determinada com base no peso fresco total e comercial das plantas.

Os dados obtidos foram padronizados, de modo a tornar a média nula e variância unitária. A estrutura multivariada dos resultados foi avaliada por meio da Análise exploratória de Componentes Principais (ACP), condensando-se a quantidade de informação relevante contida no conjunto de dados originais em um menor número de dimensões, resultantes de combinações lineares das variáveis originais geradas a partir dos autovalores mais elevados na matriz de covariância (Hair *et al.*, 2009).

A análise de agrupamento hierárquico seguiu o mesmo procedimento de padronização e adotou-se a distância euclidiana como medida de similaridade e o método de Ward para ligação das variáveis. Todas as análises estatísticas foram processadas com auxílio do programa computacional STATISTICA versão 7 (STATSOFT, 2004).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A utilização da análise multivariada permitiu reduzir o espaço multidimensional do conjunto original de variáveis em dois Componentes Principais (CP), conforme preconiza o critério de Kaiser para escolha de CPs (Tabela 1). Os dois primeiros componentes principais permitiram explicar 73,69% da variância contida nas variáveis originais sendo que o primeiro Componente Principal (CP1) retém 54,69% da variância total acumulada,



enquanto que o segundo Componentes (CP2) contribuem com 19,00% desta variância (Tabela 1).

Tabela 1. Matriz dos componentes: raiz características autovalores ( $\lambda$ ), percentual da variância total explicada por cada componente principal ( $\sigma^2\%$ ) e percentual da variância acumulada por meio da rotação normalizada Varimax.

Componentes Principais	( $\lambda$ )	( $\sigma^2\%$ )	% Variância Acumulada
CP1	9,30	54,69	54,69
CP2	3,23	19,00	73,69
CP3	1,68	9,85	83,54
CP4	0,87	5,09	88,63
CP5	0,66	3,86	92,50
CP6	0,38	2,26	94,75
CP7	0,34	2,01	96,77
CP8	0,18	1,06	97,82
CP9	0,15	0,89	98,72
CP10	0,10	0,57	99,29
CP11	0,07	0,41	99,70
CP12	0,04	0,23	99,93
CP13	0,01	0,07	100,00
CP14	0,00	0,00	100,00

CP = componente principal;  $\lambda$  = Autovalores;  $\sigma^2\%$  = Variância Total.

Andrade *et al.* (2017) ao estudar a aplicação da estatística multivariada na identificação das características biométricas de produção e qualidade de frutos do melão verificaram que dentre as 11 componentes principais geradas, apenas duas responderam por uma proporção significativa de 63,69% da variância acumulada total das variáveis originais e autovalores com valores superiores a 1. Resultados estes bem similares aos obtidos neste estudo embora com espécies diferentes.

A matriz de correlação (*Anti-imagem Correlation*) indica o poder de explicação dos fatores em cada uma das variáveis analisadas (Tabela 2). Corrar *et al.* (2009) afirmam que a diagonal da matriz (*Anti-imagem Correlation*) apresenta a análise do sistema de medição (MAS) de cada variável analisada e os valores superiores a 0,50 são considerados adequado aos pressupostos da utilização da análise fatorial (AF) e de componentes principais (ACP).

Tabela 2. Matriz de correlações para as variáveis estudadas no alface hidropônico

	AP	NF	AF	CC	DR	DPA	MFF_com	MF_TOT	MF_CAULE	MFR	MSF	MSC	MSR	A	B	C	TO
AP	1	0,12	0,3	0,79*	0,05	0,14	0,1	0,11	0,43	0,3	0,09	0,15	0,3	0,31	0,32	0,31	0,32
NF		1	0,77*	0,22	0,44	0,4	0,77*	0,72*	0,5*	0,54*	0,65*	0,55*	0,54*	0,33	0,32	0,43	0,32
AF			1	0,06	0,44	0,56*	0,83*	0,82*	0,64*	0,52*	0,7*	0,73*	0,43	0,51*	0,51*	0,54*	0,51*
CC				1	0,14	0,15	0,05	0,04	0,34	0,33	0,09	0,09	0,37	0,13	0,13	0,16	0,13
DR					1	0,38	0,66*	0,68*	0,6*	0,74*	0,69*	0,71*	0,71*	0,38	0,37	0,5*	0,38
DPA						1	0,58*	0,58*	0,23	0,6*	0,62*	0,62*	0,56*	0,02	0,02	0,08	0,02
MFF_com							1	0,97*	0,72*	0,75*	0,93*	0,89*	0,69*	0,47	0,46	0,59*	0,47
MF_TOT								1	0,67*	0,75*	0,94*	0,85*	0,7*	0,45	0,45	0,57*	0,45
MF_CAULE									1	0,34	0,65*	0,71*	0,54*	0,54*	0,54*	0,64*	0,54*
MFR										1	0,84*	0,8*	0,77*	0,37	0,37	0,42	0,37
MSF											1	0,91*	0,82*	0,52*	0,52*	0,63*	0,52*
MSC												1	0,67*	0,6*	0,59*	0,65*	0,59*
MSR													1	0,26	0,25	0,44	0,26
A														1	1	0,89*	1
B															1	0,89*	1
C																1	0,89*
TO																	1

\* correlação superior a 0,5

Verifica-se que de todas as variáveis estudadas apenas duas não apresentaram correlação superior a 0,5 (NF, DR). Todas as demais variáveis expressaram correlação superior a 0,5 com pelo menos uma das variáveis de das alfaces hidropônico (Tabela 2). Com base nos dados obtidos pela matriz de correlações é possível classificar as correlações com base na recomendação de Dancey & Reidy (2013), onde as correlações,  $r = |0,10|$  até  $|0,30|$  (fraca);  $r = |0,40|$  até  $|0,6|$  (moderada);  $r = |0,70|$  até  $|1,00|$  (forte). Constata-se correlação muito forte e positiva entre as variáveis número de folhas (NF) e área foliar (AF) ( $r = 0,77$ ) numero de folhas (NF) e massa fresca de folhas comercial (MFF comercial) ( $r = 0,77$ ), numero de folhas (NF) e massa fresca total (MF total) ( $r = 0,72$ ). As correlações muito fortes entre as variáveis do crescimento foliar são esperada, uma vez que estão correlacionadas, com fotossíntese e produtividade das plantas.

No primeiro fator CP1 as variáveis AF, DR, MFFcomercial, MF\_TOT, MF\_caule , MFR, MSF, MSC e C apresentaram peso superior a 0,75, indicando que essas variáveis são as mais significante na produtividade e o desenvolvimento fisiológico da alface hidropônico (tabela 3).

Tabela 3. Matriz de peso fatorial das variáveis de produtividade de alface hidropônico nos dois componentes principais selecionados.

Variáveis	CP1	CP2
AP	-0,14	-0,75
NF	-0,71	0,26
AF	-0,82	-0,02
CC	-0,01	-0,66
DR	-0,74	0,20
DPA	-0,52	0,55
MFF_com	-0,93	0,16
MF_TOT	-0,91	0,18
MF_CAULE	-0,77	-0,26
MFR	-0,78	0,44
MSF	-0,94	0,24
MSC	-0,93	0,05
MSR	-0,73	0,48
A	-0,71	-0,57
B	-0,70	-0,58
C	-0,78	-0,46
TO	-0,70	-0,58

CP- componente principal.

Os fatores que possuem peso superior a 0,75 no CP1 como no CP2 são indicativos de forte carga para crescimento e produtividade de alface hidropônica, este fator representa o indicativo do efeito do nível de nitrato sobre estas variáveis de desenvolvimento fisiológico da alface.

O segundo fator é explicado pelas variáveis: AP, CC e DPA, os quais indicam que o nitrato ajudou no desenvolvimento das plantas.

O resultado da correlação entre a combinação das variáveis analisadas e dos tratamentos com os escores das duas componentes principais geradas pela análise fatorial (CP1 e CP2), que respondem por 73,69% da variabilidade acumulada encontra-se na figura 2. Pode-se observar na Figura 2, como as variáveis agrupam-se e como são suas relações com os eixos (OXY), com as

cargas fatoriais e com as componentes principais (CP1 e CP2) através das técnicas da Análise Fatorial e Análise de Componentes Principais.

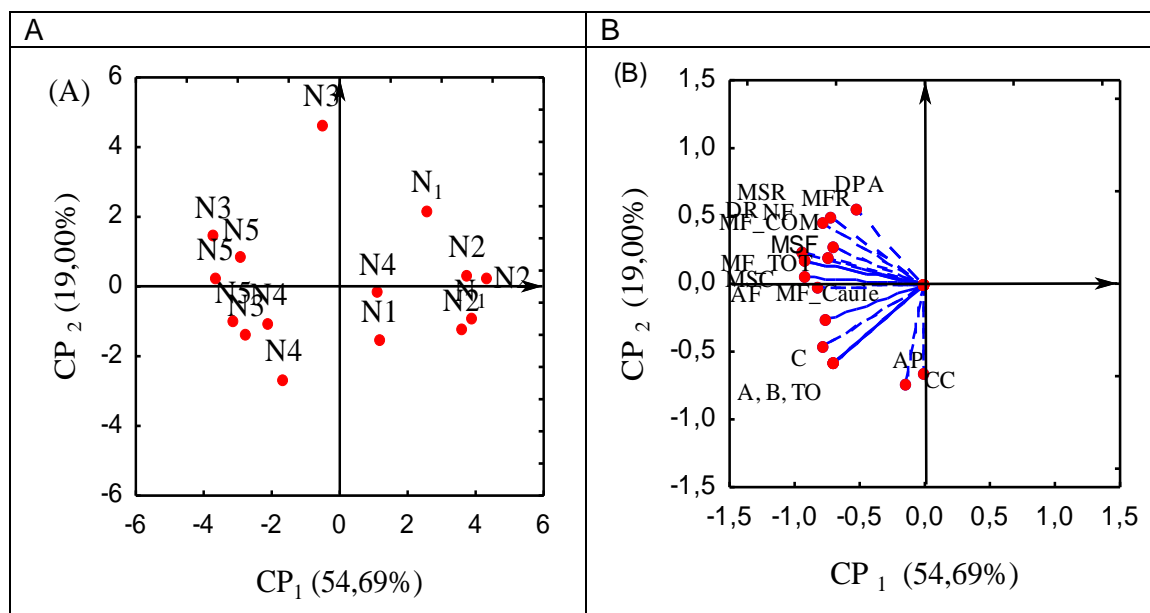


Figura 2: Biplot contendo os tratamentos estudados da alface hidropônica sob níveis de nitratos (A) e das variáveis estudadas (B) para os componentes CP1 e CP2.

Observando a Figura 2A, nota-se que os tratamentos estão agrupados por componentes (CP). Os tratamentos que melhor representam a CP1 são: N3, N4 e N5. A CP2 foi representada melhor por os tratamentos N4 e N3. Os tratamentos N1 e N2 não influenciaram nenhum dos componentes principal (CP) isto pode ser justificado pela menor quantidade de nitrato contida nos tratamentos. Sobrepondo as Figuras 2A e 2B percebe-se que os tratamentos que mais influenciaram as variáveis estudadas foram: N3 (75%), N4 (100%) e N5 (125%). Observando as figuras, todas as repetições do tratamento N5 estão agrupadas. Nota-se que o tratamento N5 (125% de nitrato) influenciou de forma mais significativa o CP1 na produção de fitomassa da alface, os tratamentos N3(75%) e N4(100%) influenciaram mais o CP1 no desenvolvimento dos pigmentos cloroplastídicos e carotenoides da alface. O tratamento N4(100%) de nitrato influenciou o CP1 e o CP2. Diante disso, recomenda-se a dose de 100% e de 125% de nitrato para a produção de alface hidropônica.

Analisando a Figura 2B, observa-se que as variáveis analisadas formam grupos por similaridades de explicação, ou seja, estão agrupadas por componentes (CP). As variáveis que melhor representam a CP1 formam grupo distinto das demais, e são representadas pelas variáveis: NF, AF, DR,

MFF\_com, MF\_TOT, MF\_caule , MFR, MSF, MSC, MSR, A, B, C e TO, estando localizadas distantes da origem dos eixos XY, denominado de plano fatorial, sendo estas que possuem uma maior representatividade na CP1.

As variáveis que melhor representam a CP2 formam o segundo grupo distinto, e são representadas pelas variáveis: AP, CC e DPA, estando localizadas distantes da origem dos eixos (Figura 2B). Como se pode observar, na Figura 2B, algumas variáveis estão sobrepostas umas às outras, é o caso das variáveis: A, B e TO. Fato que se justifica em decorrência dessas variáveis possuírem a mesma representatividade dentro da CP1. Outro fato importante, é que as variáveis (MF-caule, MF-comercial, MSF, AF, CC e MSC) estão bem próximas ao círculo unitário, indicando que estas possuem uma maior contribuição, em relação as variáveis ( A, B, C, TO, AP, MF-tot, DR, NF, MSR, MFR e DPA) que estão mais afastadas.

O teor de nitrato da solução nutritiva influenciou de forma significativo o cultivar de alface (tabela 3). O monitoramento do teor de nitrato nos alimentos é importante, uma vez que poderão ser formados compostos prejudiciais à saúde humana e animal após sua ingestão.

Tabela 3. Teor médio de nitrato em mg.kg<sup>-1</sup> em alface hidropônica em função dos níveis de nitrato da solução nutritiva.

Tratamentos	NO <sub>3</sub> (mg NO <sub>3</sub> Kg <sup>-1</sup> MS)	Valor máximo permitido* 3500 (mg Kg <sup>-1</sup> )
N <sub>1</sub> 55	54,33	
N <sub>2</sub> 55	60,24	
N <sub>3</sub> 55	67,12	
N <sub>4</sub> 55	86,69	
N <sub>5</sub> 55	72,10	

\* Commission Regulation- EC, 2006

Nota-se que até o tratamento N<sub>4</sub>55 (100% de nitrato) a medida que se aumentou o nível de nitrato da solução nutritiva, houve incremento no teor de nitrato nas folhas de alface (tabela 3) decaindo esse valor entre N<sub>4</sub>55 e N<sub>5</sub>55. Conforme a Norma Europeia n. 1881/ 2006, nos cultivos de verão as alfaces conduzidas em sob cobertura devem apresentar um limite máximo de 3500 mg NO<sub>3</sub> por quilo de massa fresca (Comission Regulation - EC, 2006).A quantidade de nitratos encontrado nas folhas de alface para todos os tratamentos foram muito a baixo dos valores máximo permitido pela legislação

estes teores médios foram muito inferior comparando ao de Aprígio et al.(2012) que foram de 1600 mg NO<sub>3</sub> kg<sup>-1</sup>MF.

### **CONCLUSÕES**

A concentração 125% de nitrato, na solução, foi a que mais influenciou a produção de fitomassa, enquanto que as concentrações 100% e 75% influenciaram mais o desenvolvimento dos pigmentos cloroplastídicos e carotenoides da alface.

A quantidade de nitrato encontrado nas folhas de alface foi menor que os valores máximos permitidos pela legislação Europeia.

A dose de nitrato que melhor traz custo e benefício foi o N4(100%).

### **AGRADECIMENTOS**

O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil, desenvolvido pelo programa PIBIC/CNPq-UFCG.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALVES, M. S.; SOARES, T. M.; SILVA, L. T.; FERNANDES, J. P.; OLIVEIRA, M. L. A.; PAZ, V. P. S. Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.5, p.491-498, 2011.

ANDRADE, A. R. S.; CRUZ, A. F. S.; BEZERRA, T. M. E.; LIMA, J. R.S. Aplicação da estatística multivariada na identificação das características biométricas de produção e qualidade de frutos do melão. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, v.10, n.1, p.25-40, 2017.

APRÍGIO, A.; REZENDE, R.; FREITAS, P.S.L.; COSTA, A.R.; SOUZA, R.S. Teor de nitrato em alface hidropônica em função de vazões e períodos de pós-colheita. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.16, n.9, p.946-951, 2012.

AQUINO, L.A.; PUIATTI, M.; ABAURRE, M.E.O.; CECON, P.R.; PEREIRA, P.R.G.; PEREIRA, F.H.F.; CASTRO, M.R.S. Produção de biomassa, acúmulo de nitrato, teores e exportação de macronutrientes da alface sob sombreamento. **Horticultura Brasileira**, v.25, n.3, p.381-386, 2007.

ARNON, D.J. Cooper enzymes in isolated chloroplast: Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v.24, n.1, p.1-15, 1945.

BARROSO, L. P., ARTES, R.. Análise Multivariada. Lavras: **Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria**, v.1, p.150, 2003.

Comission Regulation EC. ACT No. 1881/2006 of 19 December 2006. <<http://europa.eu/legislationsummaries/foodsafety/Contaminationenvironmentalfactors/l21290en.htm>>.

CORRAR, L.J.; PAULO, E.; DIAS FILHO, J.M. **Análise multivariada: para cursos de administração, ciências contábeis e economia**. FIPECAFI – Fundação Instituto de Pesquisas Contábeis, Atuariais e Financeiras; São Paulo: Atlas, 2009. 541 p.

CATALDO, D.A.; HAROON, M.; SCHRADER, L.E.; YOUNGS, V.L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.6,n.1, p.71-80, 1975.

CUPPINI, D. M.; ZOTTI, N. C.; LEITE, J. A. O. Efeito da irrigação na produção da cultura de alface (*Lactuca sativa* L.), variedade "Pira Roxa"

manejada através de "Tanque Classe A" em ambiente protegido. **Perspectiva**, v.34,n.127, p.53-61, 2010.

DANCEY, C.; REIDY, J. **Estatística Sem Matemática para Psicologia**. Porto Alegre: Artmed, 2013, 608 p.

FAQUIN, V.; ANDRADE, A.T. **Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional de hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE. 2004. 88p.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV. 2008. 402p.

FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIM, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. 52 p. (Boletim Técnico IAC, 180).

HELBEL JUNIOR, C.; REZENDE, R.; FREITAS, P. S. L. DE; GONÇALVES A. C. A.; FRIZZONE, J. A. Influência da condutividade elétrica, concentração iônica e vazão de soluções nutritivas na produção de alface hidropônica. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.4, p.1142-1147, 2008.

KROHN, N.G.; MISSIO, R.F.; ORTOLAN, M.L.; STEINMACHER, D.A.; LOPES, M.C. Teores de nitrato em folhas de alface em função do horário de coleta e do tipo de folha amostrada. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 216-219. 2003.

LICHTENTHALER, H.K. Chlorophylls and carotenoids: pigment photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology**, v.148, n.18, p.362-385, 1987

LIMA, J. D.; MORAES, W. DA S.; SILVA, S. H. G. M. DA.; IBRAHIM, F. N.; SILVA JÚNIOR, A. C. DA. Acúmulo de compostos nitrogenados e atividade da reductase do nitrato em alface produzida sob diferentes sistemas de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.38,n.3, p.180-187, 2008.

LOPES, C. C.; TSURUDA, J. H.; IANCKIEVICZ, A.; KIKUCHI, F. K. Y. O; RODINI, I.; BASSO, J. M.; TAKAHASHI, H. W. Influência do horário de colheita no teor de nitrato em alface hidropônica. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32,n.1, p.63-68, 2011.

LUZ, G. L.; MEDEIROS, S. L. P.; MANFRON, P. A.; AMARAL, A. D. DO; MÜLLER, L.; TORRES, M. G.; MENTGES, L. Questão do nitrato em alface hidropônica e a saúde humana. **Ciência Rural**, v.38, n.8, p.2388-2394, 2008.



PAULUS, D.; DOURADO NETO, D.; FRIZZONE, J.A.; SOARES, T.M.  
Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina.  
**Horticultura Brasileira**, v.28,n.1, 29-35. 2010.

PAULUS, D.; PAULUS, E.; NAVA, G. A.; MOURA, C. A. Crescimento,  
consumo hídrico e composição mineral de alface cultivada em hidroponia com  
águas salinas. **Revista Ceres**, v. 59, n. 1, p. 110-117, 2012.