

TEOR DE NITRATO E SÓDIO EM ALFACE HIDROPÔNICA PRODUZIDA COM ÁGUAS SALOBRAS¹

J. S. da Silva², D. K. S. Santana³, V. P. da S. Paz⁴, T. M. Soares⁵, W. F. de Almeida⁶,
J. P. Fernandes⁷

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi avaliar o teor de nitrato e sódio em folhas de alface produzidas em sistema hidropônico, com águas subterrâneas salobras do Semiárido e do Recôncavo Baiano. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Unidade Experimental do Núcleo de Engenharia de Água e Solo da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), no Município de Cruz das Almas - BA. O delineamento experimental foi em blocos aleatorizados, composto 7 tratamentos e 6 repetições, coincidentes com o número de blocos, ocuparam 42 parcelas em estrutura hidropônica e utilizou-se a técnica do fluxo laminar de nutrientes. Os tratamentos foram constituídos por T1 – água doce; T2 - água de poço da UFRB; T3 – rejeito do poço de Cruz das Almas; T4 – água do poço de Sapeaçu; T5 - rejeito do poço de Sapeaçu; T6 – rejeito do poço de Conceição do Coité e T7 – água salobra preparada com NaCl, resultando em valores de condutividade elétrica: 2,09; 2,94; 5,00; 4,85; 7,08; 11,17 e 11,80 dS m⁻¹, respectivamente. O teor médio de nitrato da alface em todos os tratamentos não ultrapassou o limite máximo permitido de 4.500 mg kg⁻¹. O teor de sódio da alface não ultrapassou o limite de máximo permitido de 1.500 mg kg⁻¹.

PALAVRAS-CHAVE: Hidroponia, *Lactuca sativa L.*, salinidade.

NITRATE AND SODIUM CONTENT IN HYDROPONIC LETTUCE PRODUCED WITH BRACKISH WATER

ABSTRACT: The objective of the present work was to evaluate the nitrate and sodium content in lettuce leaves produced in a hydroponic system, with brackish groundwater from the Semiarid and Recôncavo of Bahia. The experiment was conducted in a greenhouse in the Experimental Facility of the Soil and Water Engineering Group of the Federal University of

¹ Trabalho extraído de dissertação de mestrado, UFRB, Cruz das Almas – Bahia.

² Pós-doutoranda, Núcleo de Engenharia de Água e Solo (NEAS), UFRB, CEP: 44380000, Cruz das Almas – Bahia. Fone (75) 3621-2798, Email: jucicleiass@gmail.com.

³ Graduanda, IF Sertão Pernambucano, Petrolina-Pernambuco. Email: dayannekss2@hotmail.com.

⁴ Professor Titular, NEAS, UFRB, Cruz das Almas - Bahia. Email: vpspaz@gmail.com.

⁵ Professor Adjunto, NEAS, UFRB, Cruz das Almas - Bahia. Email: talesmiler@gmail.com.

⁶ Pós-doutorando, NEAS, UFRB, Cruz das Almas – Bahia. Email: wifatec@yahoo.com.br.

⁷ Mestranda, UFRB, Cruz das Almas - Bahia. Email: joysejoys@yahoo.com.br.

Recôncavo of Bahia (UFRB) at Cruz das Almas, State of Bahia. It followed a complete randomized block design with seven treatments and six replications totaling forty-two plots. The hydroponic cultivation was based on the laminar flow of nutrients technique. The treatments consisted of T1 - freshwater, T2 - well water at the Federal University of Recôncavo of Bahia, T3 - waste of the well at the Cruz das Almas, T4 - water from the Sapeaçu well, T5 - waste of the well at the Sapeaçu, T6 - waste of the well at the Conceição do Coité and T7 - brackish water prepared with NaCl, resulting in values of electrical conductivity: 2.09; 2.94; 5.00; 4.85; 7.08; 11.17 and 11.80 dS m⁻¹, respectively. The average nitrate content of lettuce in all treatments did not exceed the maximum allowed limit of 4,500 mg kg⁻¹. The sodium content of lettuce did not exceed the maximum limit of 1,500 mg kg⁻¹.

KEYWORDS: Hydroponics, *Lactuca sativa* L., salinity

INTRODUÇÃO

Por muito tempo a população do Semiárido vem sofrendo com a escassez hídrica. No entanto, existem reservas subterrâneas nessas regiões, que podem ser exploradas. O Semiárido é coberto por rochas do embasamento cristalino, onde os poços utilizados para captação de água subterrânea geralmente são de baixas vazões e têm águas salobras, tornando restritivo o seu uso para a agricultura, além do elevado potencial de salinização dos solos e de águas receptoras.

Em virtude da crescente demanda por água, cada vez mais se tem recorrido ao uso de águas salobras, mesmo em regiões onde se tem maior disponibilidade de águas superficiais e subterrâneas de boa qualidade, como o Recôncavo Baiano.

Uma alternativa que pode favorecer o uso das águas salobras para o consumo humano é a sua dessalinização por osmose reversa. Por outro lado, o processo de dessalinização produz tanto água doce como rejeito, cuja salinidade frequentemente pode ter o dobro da concentração inicial.

Recentes pesquisas vêm sendo realizadas com intuito de avaliar em cultivos hidropônicos a viabilidade de uso de águas salobras e rejeitos, que até então eram consideradas pouco recomendadas ou inadequadas para uso produtivo.

Frente a esse quadro, a hidroponia se apresenta como uma alternativa que pode promover melhores condições de crescimento às plantas. Dentre suas vantagens, o uso

eficiente da água e a contribuição nula ou inexistente do potencial mátrico sobre o potencial total da água podem contribuir para uma maior tolerância das plantas à salinidade.

Como em sistema hidropônico é comum à utilização de fonte nítrica, acredita-se que esse cultivo proporcione plantas de alface com alto teor de nitrato (Luo et al., 1993). O limite máximo permitido de 4.500 mg kg^{-1} estabelecido pela Comunidade Europeia para produção de alface em casa de vegetação (McCall & Willumsen, 1998).

As águas subterrâneas salobras têm em sua composição química elevados teores de sais. O limite máximo permitido de 1.500 mg kg^{-1} , recomendado por World Health Organization (2003).

Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o teor de nitrato e sódio em folhas de alface produzidas em sistema hidropônico, com águas subterrâneas salobras do Semiárido e do Recôncavo Baiano.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação na Unidade Experimental do Núcleo de Engenharia de Água e Solo da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), no Município de Cruz das Almas – BA ($12^{\circ}40'19''$ de latitude Sul, $39^{\circ}06'23''$ de longitude Oeste, altitude média de 225 m).

A estrutura hidropônica foi composta por 42 unidades experimentais, baseando-se naquela descrita por Soares et al. (2009) e Alves et al. (2011). Cada parcela representou um sistema hidropônico NFT (técnica do fluxo laminar de nutrientes) independente, constituindo-se de: um reservatório plástico com capacidade para 50 L de solução nutritiva; uma eletrobomba e um perfil hidropônico feito em polipropileno com aditivo antiultravioleta, de tamanho médio, diâmetro comercial de 0,075 m, comprimento de 3 m, contendo 9 orifícios espaçados em 0,30 m.

Foram montados sistemas de abastecimento de água automático individualizados para cada parcela e construídos com tubulação de PVC e diâmetro de 0,2 m. O sistema também permitiu a saída automática de água para o reservatório de solução nutritiva mediante torneira-bóia, possibilitando a manutenção do volume e a concentração da solução apropriada para cada tratamento. O depósito de abastecimento dotado de uma régua graduada, fixada junto a uma mangueira transparente.

Foram semeadas sementes de duas variedades de alface crespa “Verônica” e alface roxa “Quatro Estações” em espuma fenólica. Após o semeio, as células foram colocadas por 24

horas em ambiente sem iluminação, e em seguida transferidas para o berçário, permanecendo por 30 dias, sendo inicialmente irrigadas apenas com água de abastecimento (doce) até o 4º dia após a semeadura (DAS); após este período foram irrigadas com solução nutritiva a 100% e baseada na formulação de nutrientes de Furlani et al. (1999), com condutividade elétrica (CE) em torno de 2,0 dS m⁻¹.

Antes do transplântio definitivo foi realizado o desbaste, deixando apenas uma planta de alface por espuma fenólica. O transplântio para as bancadas de desenvolvimento ocorreu 30 dias após a semeadura (DAS). Para cada perfil hidropônico foram transplântadas seis plantas: três de alface crespa e três de alface roxa, colocando-se uma planta em cada orifício. A alface crespa apresentava no momento do transplântio quatro folhas definitivas e a alface roxa sete folhas.

Os tratamentos foram selecionados com base nos registros da Companhia de Engenharia Ambiental da Bahia (CERB), considerando três poços tubulares profundos que têm águas subterrâneas salobras. Dois desses poços se encontram no Recôncavo Baiano, quais sejam: poço instalado na comunidade do Brito no Município de Sapeaçu e poço instalado na localidade do Caminhoá no Município de Cruz das Almas. Do Semiárido Baiano, foi selecionado o poço instalado na localidade Ipiranga do Município de Conceição do Coité.

Todos esses poços são equipados com dessalinizadores por osmose reversa e forneceram ao presente estudo o seu rejeito, água residuária do processo de dessalinização. Além dessas, três fontes de águas subterrâneas salobras, foi avaliada a água subterrânea salobra obtida diretamente de poço tubular profundo instalado no Campus da UFRB em Cruz das Almas.

Os tratamentos foram dispostos em delineamento experimental em blocos casualizados. Sendo o experimento composto por sete tratamentos e seis blocos, totalizando 42 parcelas, conforme Tabela 1 e descritos a seguir.

Sendo T1 (Testemunha) - água da Embasa - Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A (Doce); T2 - água subterrânea de poço instalado na UFRB em Cruz das Almas (UFRB); T3 - rejeito da dessalinização da água de poço perfurado no distrito de Caminhoá, em Cruz das Almas (Caminhoá), O tratamento T4, doravante denominado Sapeaçu, simula a água natural do poço tubular profundo explorado na localidade de Brito, do Município de Sapeaçu, do Recôncavo Baiano. Essa água foi obtida pela diluição, a 50%, do rejeito (da dessalinização da osmose reversa) produzido neste local (T5) com a mesma água doce do tratamento T1 + 50% de água doce (Sapeaçu); o T5 - rejeito da dessalinização da água do poço de Sapeaçu (Rejeito Sapeaçu); T6 - rejeito da dessalinização da água do poço de Conceição do Coité

(Rejeito Conceição) e por sua vez, o tratamento T7 constituiu-se de água salinizada artificialmente, a partir da adição de $5,96 \text{ g L}^{-1}$ de cloreto de sódio (NaCl) em água doce ($0,26 \text{ dS m}^{-1}$), visando uma salinidade equivalente à do rejeito de Conceição do Coité (T6).

A solução nutritiva em todos os tratamentos foi preparada com a mesma quantidade de fertilizantes, seguindo a recomendação de Furlani et al. (1999) para o cultivo hidropônico das hortaliças folhosas.

A colheita da alface foi realizada aos 25 dias após o transplante (DAT). Foi avaliado o teor de nitrato na seiva das hortaliças folhosas mediante sensor eletrônico específico para testes rápidos. O nível de sódio nos tecidos também será determinado visando identificar problemas relacionáveis à segurança alimentar humana.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a uma probabilidade de 5%, efetuadas no programa estatístico SAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na matéria fresca da alface crespa “Verônica”, o teor médio de sódio variou entre 552 e 3.520 mg kg^{-1} (Figura 39); os tratamentos T2, T4 e T7 ultrapassaram o limite máximo permitido de 1.500 mg kg^{-1} , recomendado por World Health Organization (2003). O teor de sódio na alface roxa não ultrapassou limite máximo permitido, variando entre 247 e 805 mg kg^{-1} .

Os valores observados nos teores de sódio na alface crespa “Verônica” (Figura 1A) não permitiram a avaliação estatística decorrente da grande variação das medidas nos tratamentos; isso pode ser atribuído à própria metodologia e medições realizadas em diferentes períodos e horários do dia.

Com os valores do teor de sódio da alface roxa foi possível a análise estatística, observando que os tratamentos T2, T3, T4, T5 e T6 não diferiram do T1 (Figura 1B).

A avaliação do teor de sódio é importante, visto que em geral pode ser consumido na forma de sal de cozinha (cloreto de sódio), mas pode ser também a partir de diversos produtos industrializados, além de frutas e hortaliças em quantidades variadas (Mahan & Stump, 2002).

Na massa fresca (MF) da alface crespa “Verônica”, o teor médio de nitrato variou entre 2.180 e 3.780 mg kg^{-1} (Figura 2A) e alface roxa “4 Estações” obteve entre 2.380 e 4.267 mg kg^{-1} (Figura 2B), não ultrapassando o limite máximo permitido de 4.500 mg kg^{-1} estabelecido pela Comunidade Europeia para produção de alface em casa de vegetação (McCall & Willumsen, 1998).

Os valores de nitrato observados foram maiores que os encontrados por Beninni et al. (2002) para alface crespa e por Takahashi et al. (2007) produzindo alface crespa da cultivar Vera. No caso da alface crespa “Verônica” e alface roxa “Pira Roxa”, os valores ficaram entre os obtidos por Paulus et al. (2010).

As análises mostraram que para a alface crespa, os tratamentos T2, T3, T4 e T6 não diferiram estatisticamente do T1 (Figura 2A) e alface roxa os tratamentos T2, T3, T4, T5 e T7 não diferiram estatisticamente do T1.

A variação do teor de nitrato entre os tratamentos pode ser explicada em função da alta taxa de produção de fitomassa nos tratamentos submetidos às menores CE (Soares, 2007). A tendência do aumento do teor de nitrato com os níveis mais elevados de salinidade pode ser explicada pelo ajuste osmótico para que a planta consiga absorver água quando submetida a condições de baixo potencial total de água (Chung et al., 2005). Porém, as alfaces irrigadas com o T6 apresentaram teor nitrato menores do que os irrigados com T1, este resultado contrariar os obtidos pelos autores, está redução pode ser explicada pela composição química da água deste tratamento, podendo haver menos fontes de nitrato disponíveis as alfaces quando comparados aos demais tratamentos.

O horário de coleta das amostras influenciou bastante para análise, pois as alfaces colhidas ao amanhecer apresentam maiores teores de nitrato que as colhidas ao entardecer. Tal fato, possivelmente, ocorre devido à falta de luminosidade durante a noite e o amanhecer, o que inibe a atividade fotossintética e a redução do nitrato a amônio, resultando em acúmulo nos vacúolos celulares. Quando há disponibilidade de radiação solar, durante o dia, as enzimas nitrito e nitrato redutase são ativadas, reduzindo o nitrato acumulado a amônio e diminuindo os teores de nitrato na planta.

Portanto o teor de nitrato poderia ter quantidades menores nas alfaces se tivesse sido coletada para análise no final tarde, porém as mesmas foram colhidas das 8:00 às 17:00.

CONCLUSÕES

O teor médio de nitrato da alface em todos os tratamentos não ultrapassou o limite máximo permitido de 4.500 mg kg⁻¹;

O teor de sódio da alface não ultrapassou o limite de máximo permitido de 1.500 mg kg⁻¹.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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. 421-498, 2011.

BENINNI, E. R. Y.; TAKAHASHI, H. W.; NEVES, C. S. V. J.; FONSECA, I. C. B. Teor de nitrato em alface cultivada em sistemas hidropônico e convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 183-186, 2002.

CHUNG, J. B.; JIN, S. J.; CHO, H. J. Low water potential in saline soils enhances nitrate accumulation of lettuce. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.36, p. 1773- 1785, 2005.

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

LUO, J.; LIAN, Z.; YAN, X. Urea transformation and the adaptability of three leafy vegetables to urea as a source of nitrogen in hydroponic culture. **Journal of Plant Nutrition**, v. 16, n. 5, p. 797-812, 1993.

MAHAN, L. K.; STUMP, S. E. **Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. 10 ed. São Paulo. Roca. 2002.

McCALL, D.; WILLUMSEN, F. Effects of nitrate, ammonium and chloride application on the yield and nitrate content of soil-grown lettuce. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Kent, v.73, n.5, p.698-703, 1998.

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, p.29-35, 2010.

SOARES, T. M. **Utilização de águas salobras no cultivo da alface em sistema hidropônico NFT como alternativa agrícola condizente ao semiárido brasileiro**. 2007. 267 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SOARES, T. M.; DUARTE, S. N.; SILVA, E. F. F.; MELO, R. F.; JORGE, C. A. ; Oliveira, A. S. Experimental structure for evaluation of saline water use in lettuce hydroponic production. **Irriga**, v. 14, p. 102-114, 2009.

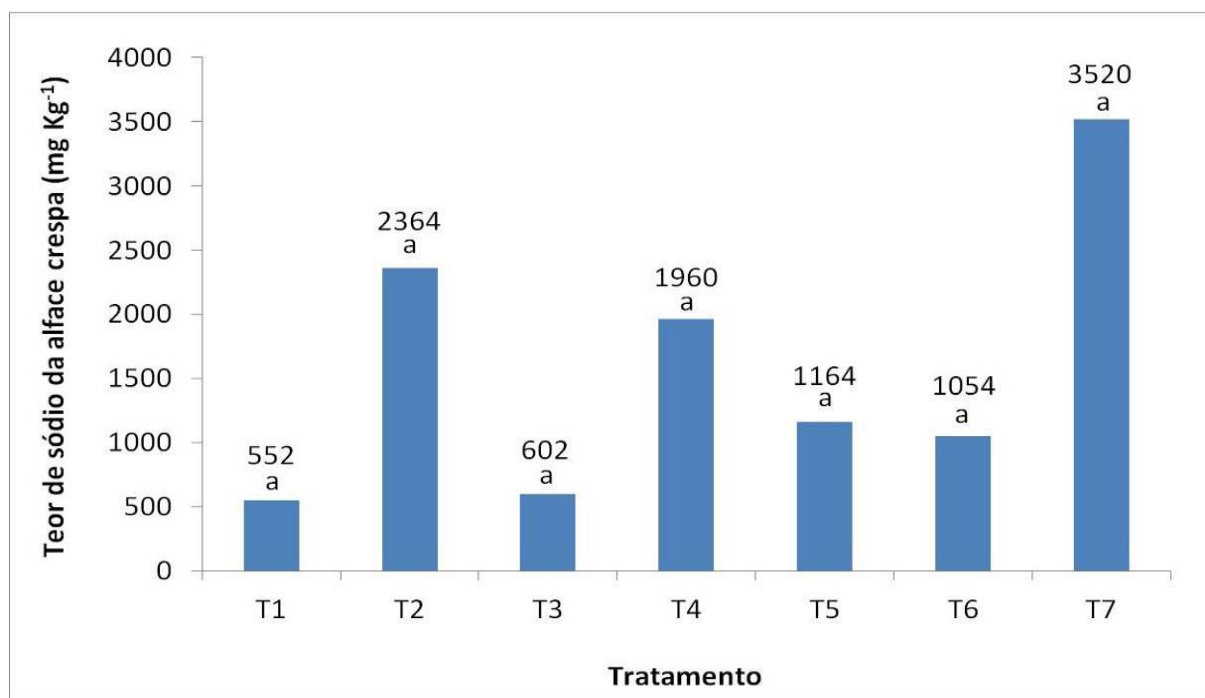
TAKAHASHI, H. W.; HIDALGO, P. C.; FADELLI, L.; CUNHA, M. E. T. 2007. Composição e manejo da solução nutritiva visando a diminuição do teor de nitrato nas folhas de alface hidropônica. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 1, p. 06-09, 2007.

WHO - World Health Organization. **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases**. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. WHO Technical report series, 916 Geneva; 2003.

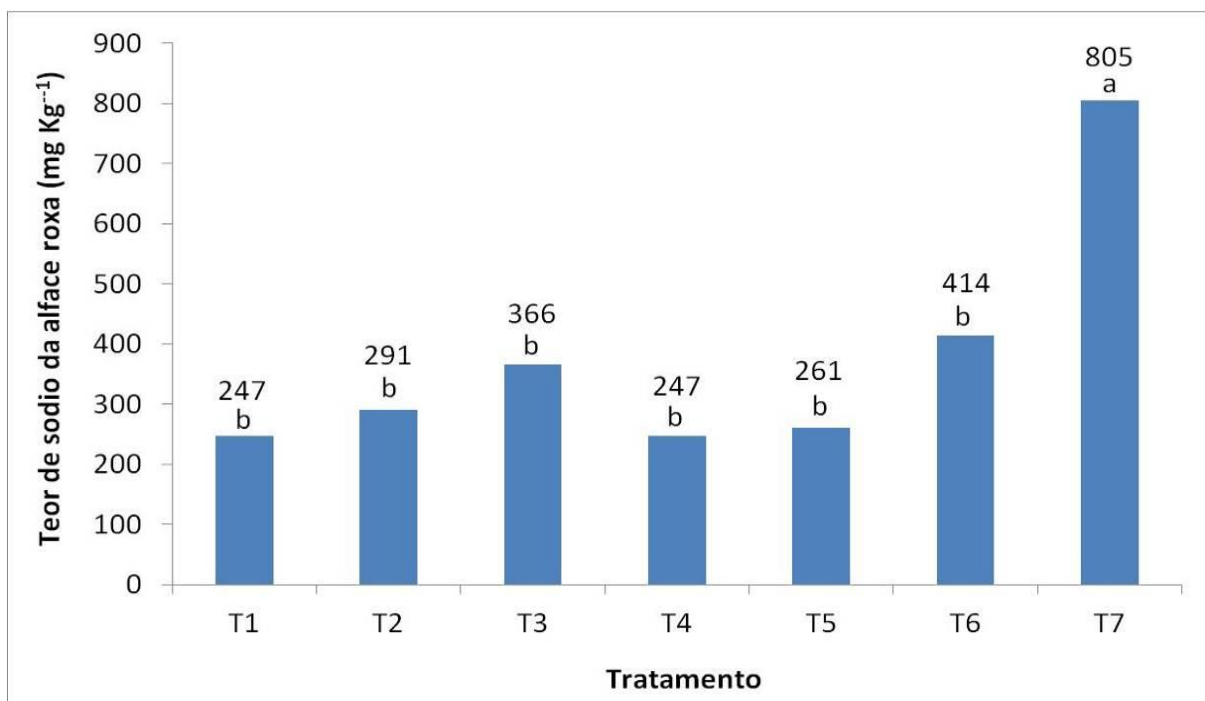
Tabela 1. Condutividade elétrica da água (A) e da solução nutritiva (SN), pH da água antes da sua correção (A) e pH da solução nutritiva após a sua primeira (APCSN) e segunda correção (ASCSN), em função do tipo de água

Tratamento	Tipos de água	---CE (dS m ⁻¹)---		-----pH-----		
		A	SN	A	APCSN	ASCSN
T1	Embasa (doce)	0,26	2,09	7,10	5,50	5,80
T2	Poço UFRB	1,28	2,94	8,60	6,10	5,80
T3	Rejeito Caminhoá	2,86	5,00	8,80	6,50	5,77
T4	Poço Sapeaçu	3,06	4,85	9,00	6,50	5,77
T5	Rejeito Sapeaçu	5,44	7,08	9,30	6,70	5,78
T6	Rejeito Conceição	10,19	11,17	9,00	6,70	5,73
T7	NaCl	10,25	11,80	7,10	6,10	5,78

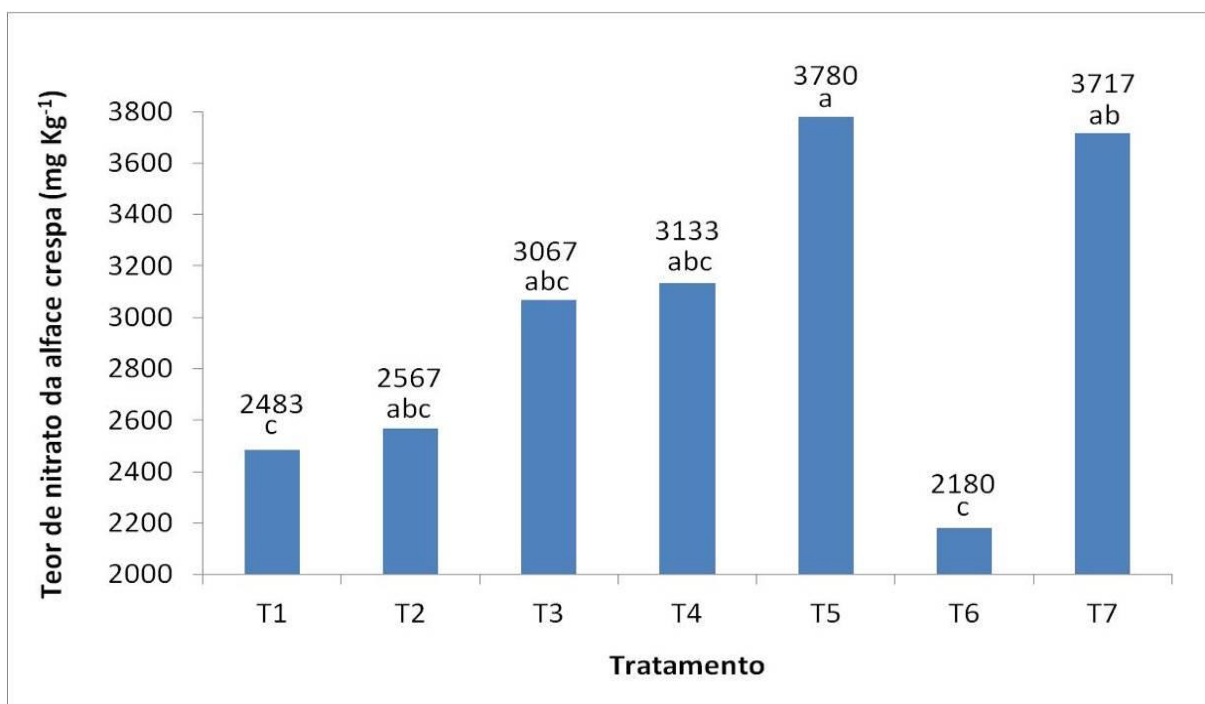
A.



B.

**Figura 1.** Teor de sódio na alface crespa (A) e alface roxa (B).

A.



B.

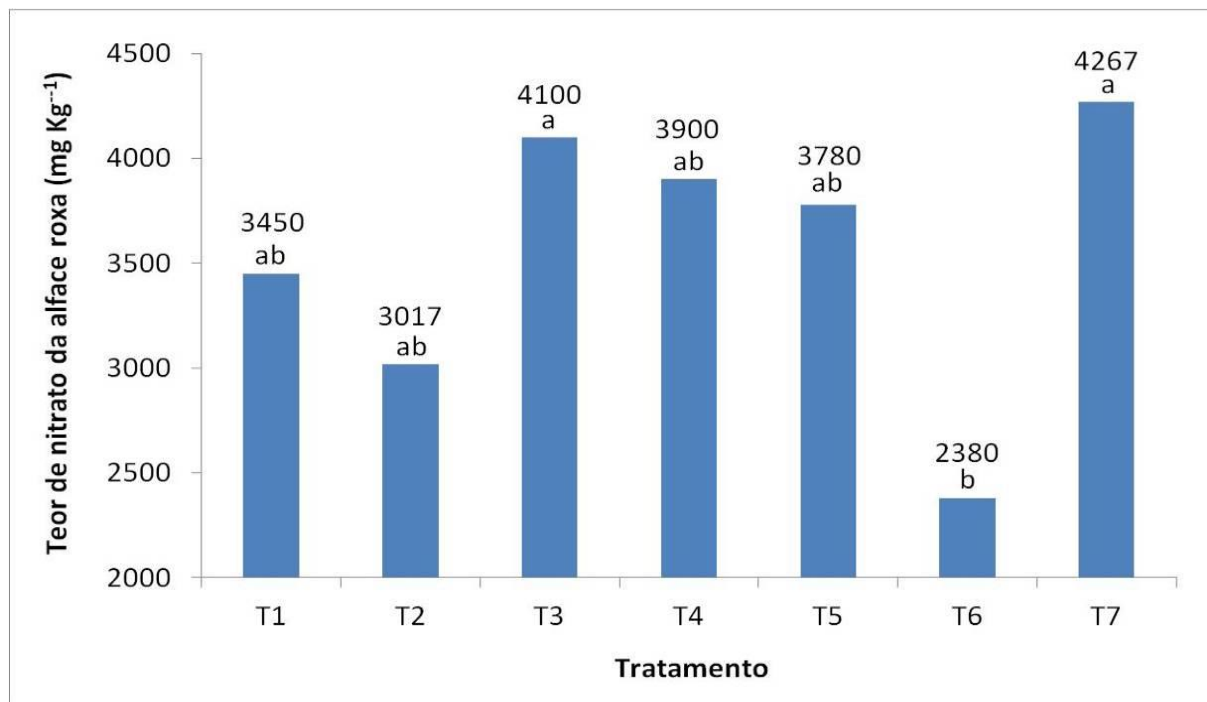


Figura 2. Teor de Nitrato na alface cresa (A) e alface roxa (B).