

SOLUÇÃO NUTRITIVA SALINA ENRIQUECIDA COM POTÁSSIO NO CULTIVO SEMI-HIDROPÔNICO DE ALFACE AMERICANA

I. C. S. Marques¹, I. M. O. Silva¹, S. T. Santos¹, P. A. A. Costa¹, C. J. X. Cordeiro¹,
F. A. Oliveira²

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito do enriquecimento da solução nutritiva salina com potássio sobre a produção de alface em sistema semi-hidropônico. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da UFERSA, Mossoró, RN. Os tratamentos foram constituídos por cinco soluções nutritivas (S1 – solução padrão; S2 – solução padrão salinizada (3,5 dS m⁻¹); S3 – S2 + 50% de K; S4 – S2 + 100% de K; S5 – S2 + 150% de K), seguindo o delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, formadas por 4 vasos plásticos com capacidade para 3,0 L, contendo uma planta cada e utilizando substrato de fibra de coco. Após a coleta das plantas foram avaliadas as seguintes variáveis: diâmetro da copa e caule, suculência foliar, número de folhas total e comercial, área foliar, massa fresca total e comercial e massa seca total. Todas as variáveis foram afetadas pelos tratamentos aplicados, ocorrendo redução quando as plantas foram fertirrigadas com a solução salina (S2). O aumento de potássio na solução nutritiva S4 (100% de K) reduziu o efeito da salinidade, tornando-se uma alternativa viável quando o uso de água salina for inevitável.

PALAVRAS CHAVE: *Lactuca sativa* L., nutrição mineral, estresse salino.

SALINA NUTRITIVE SOLUTION ENRICHED WITH POTASSIUM IN SEMI-HYDROPONIC CULTURE OF AMERICAN LETTUCE

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the effect of the enrichment of the nutritive solution saline with potassium on lettuce production in a semi-hydroponic system. The experiment was conducted in a greenhouse at UFERSA, Mossoró, RN. The treatments consisted of five nutrient solutions (S1 - standard solution, S2 - salinized standard solution (3.5 dS m⁻¹), S3 - S2 + 50% K, S4 - S2 + 100% K, S5 - S2 + 150% K), following the

¹ Graduando (a) em Agronomia, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, av. Francisco Mota, 572, Bairro Costa e Silva, CEP 59625-900, Mossoró, RN. Tel.: (84) 9 99073356. E-mail: isabelly_cristinna@hotmail.com

² Prof. Doutor, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN

completely randomized design, with three replicates, formed by 4 plastic pots with capacity for 3.0 L, containing one plant each and using coconut fiber substrate. After harvesting, the following variables were evaluated: crown and stem diameter, leaf succulence, total and commercial leaf number, leaf area, total and commercial fresh mass, and total dry mass. All variables were affected by the treatments applied, reducing when the plants were fertirrigated with the saline solution (S2). The increase of potassium in nutrient solution S4 (100% K) reduced the effect of salinity, making it a viable alternative when the use of saline water is unavoidable.

KEY WORDS: *Lactuca sativa* L., mineral nutrition, saline stress.

INTRODUÇÃO

Alface (*Lactuca sativa* L.) pertencente à família das Asteraceae, e originária do Leste do Mediterraneo, é um planta anual, florescendo sob dias longos e temperaturas elevadas, sendo favorecida por dias curtos e temperaturas amenas ou baixas, no entanto resiste a baixas temperaturas e a geadas leves (Filgueira, 2008).

É um hortaliça de fácil cultivo e se adapta bem ao sistema protegido, sendo muito cultivada em sistema hidropônico NFT. Portanto, no cultivo hidropônico o principal fator a ser considerado é a solução nutritiva, pois a elevada condutividade elétrica concentração da solução nutritiva dificulta a absorção de água pelas plantas, agravando os efeitos negativos do estresse hídrico sobre o crescimento e a produtividade. Por outro lado, baixas concentrações de solução nutritiva combinadas com condições ambientais de reduzida demanda evaporativa da atmosfera diminuem tanto o teor de massa seca como a qualidade da produção (Lorenzo et al., 2003).

Pode ser considerada uma boa fonte de vitaminas e sais minerais, destacando-se seu elevado teor de vitamina A, além de conter vitaminas B1 e B2, vitaminas C, cálcio e ferro (Fernandes et al., 2002).

Plantas cultivadas sobre estresse salino podem apresentar alterações morfológicas como nanismo e a presença de folhas mais verde-escuras e menos tenras, com eventual queima em uma tênue faixa da borda foliar provocado pelo efeito tóxico do sódio (Silva et al., 2011).

O potássio, além de influenciar na produtividade, está relacionado à qualidade final do produto, e conseqüentemente ao valor de mercado (Filgueira, 2008). Sua função é contribuir nas atividades bioquímicas, ativando grande número de enzimas, na regulação da pressão osmótica e na abertura e fechamento de estômatos. Além disso, conforme Petrazzini et al.

(2014), o K foi o nutriente que mais restringiu a produção de matéria fresca, matéria seca de parte aérea e matéria seca de raiz.

A deficiência de K provoca mudanças químicas no vegetal, diminuição no acúmulo de carboidratos e redução no uso eficiente da água (Taiz; Zeiger, 2013). Já o excesso, pode salinizar a solução do meio de cultivo, reduzindo a absorção de cálcio e magnésio, que conseqüentemente promove queda na produção e qualidade do produto (Fernandes, 2006).

O potássio é um dos principais nutrientes absorvidos pela cultura de alface e o mais afetado em condições salinas, assim, a adequada nutrição potássica é fator chave para reduzir o efeito do estresse salino sobre as plantas. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do enriquecimento da solução nutritiva salina com potássio sobre a produção de alface em sistema semi-hidropônico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), em casa de vegetação, Campus Oeste, Mossoró-RN, localizada nas coordenadas geográficas de 5° 11' 31" de latitude sul e 37° 20' 40" de longitude oeste de Greenwich, com altitude média de 18 m, entre os meses de março e abril de 2017.

Os tratamentos foram constituídos por cinco soluções nutritivas (S1 – solução padrão; S2 – solução padrão salinizada (3,5 dS m⁻¹); S3 – S2 + 50% de K; S4 – S2 + 100% de K; S5 – S2 + 150% de K), seguindo o delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, formadas por 4 vasos plásticos com capacidade para 3,0 L, contendo uma planta cada e utilizando substrato de fibra de coco.

A cultivar utilizada foi a Irene, pertencente ao grupo repolhuda americana com características do tipo que forma cabeça firme e bem fechada, ciclo de 48 a 53 dias e é especialmente indicada para plantios em épocas de temperaturas elevadas.

As quantidades de fertilizantes utilizadas no preparo das soluções nutritivas, bem como, a condutividade elétrica em cada solução são apresentadas na Tabela 1. A composição de nutrientes das soluções nutritivas seguiu a recomendação de Furlani et al. (1999) para o cultivo hidropônico da alface.

Tabela 1. Quantidades fertilizantes e cloreto de sódio (g/1000L), utilizadas no preparo das soluções nutritivas utilizadas no experimento.

| Fontes | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 |
|--------------------------|----|-----|--------|--------|--------|
| Nitrado de cálcio | | 750 | 750 | 750 | 750 |
| Nitrato de potássio | | 500 | 500 | 500 | 500 |
| MAP | | 150 | 150 | 150 | 150 |
| Sulfato de magnésio | | 400 | 400 | 400 | 400 |
| Cloreto de Potássio | | 0 | 0 | 179 | 358 |
| Rexolin® | | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Cloreto de sódio | | 0 | 1300,0 | 1300,0 | 1300,0 |
| CE (dS m ⁻¹) | | 1,5 | 3,82 | 4,35 | 4,84 |

Rexolin® - Composto de micronutrientes

Para cada solução nutritiva foi utilizado um sistema de irrigação por gotejamento independente, composto por um motor bomba, reservatório plástico (60 L), linhas laterais com mangueiras de polietileno (16 mm) e emissores de microtubo com 40 cm de comprimento, apresentando vazão de 2,5 L h⁻¹.

O controle da irrigação foi realizado utilizando temporizadores digitais (timer) programado para realizar seis eventos diários de irrigação na primeira semana com duração de 1 minuto cada e oito eventos de 1 minuto e 30 segundos a partir da segunda semana após o transplante, aplicando solução nutritiva suficiente para elevar o teor de água à máxima capacidade de retenção do substrato.

As plantas foram coletadas aos 30 dias após o transplante e avaliadas quanto às seguintes variáveis: diâmetro da copa, diâmetro do caule, suculência foliar, número de folhas total, número de folhas comerciais, área foliar, massa fresca total, massa fresca comercial e massa seca total.

O diâmetro da copa foi obtido através de medição da copa da planta utilizando-se uma régua graduada, considerando o diâmetro médio de duas médias perpendiculares, expresso em cm.

O diâmetro do caule foi obtido utilizando-se um paquímetro digital na região do caule rente ao substrato e expresso em mm.

A suculência foliar foi determinada a partir da razão entre o teor de água na folha e área foliar, equação 1.

$$SF = \frac{(MFF - MSF)}{AF} \quad (1)$$

Em que:

SF – suculência foliar, g H₂O cm²;

MFF – massa fresca de folhas, g;

MSF – massa seca de folhas, g;

AF – área foliar, cm^2 planta⁻¹.

O número de folhas (totais e comerciais) foi obtido a partir da contagem de todas as folhas de cada planta, enquanto para o número de folhas comerciais foram subtraídas aquelas visualmente sem qualidade comercial.

A área foliar foi determinada pelo método dos discos foliares utilizando um anel volumétrico com diâmetro interno de 2,5 cm ($4,9 \text{ cm}^2$), coletando-se 20 discos foliares por parcela. Os discos foliares foram acondicionados em sacos de papel e secos em estufa com circulação forçada de ar em temperatura $65 \text{ }^\circ\text{C}$ até atingir peso constante. A partir dos valores da área dos discos, da massa seca dos discos e das folhas determinou-se a área foliar da planta utilizando a equação 2:

$$AF = \frac{AD \times MSF}{\frac{MSD}{20}} \quad (2)$$

Em que:

AF – área foliar, cm^2 ;

AD – área foliar do disco, cm^2 ;

MSF – massa seca de folhas, g;

MSD – massa seca do disco foliar, g;

20 – número de discos utilizados na parcela.

Para massa fresca (total e comercial), as plantas foram pesadas em uma balança analítica (0,05 g) com caule e folhas comestíveis e não comestíveis, no entanto, para MFC foram retidas as folhas não comestíveis, cujo o peso fora expresso em gramas.

Para quantificar a massa seca total, as plantas foram acondicionadas em sacos de papel previamente identificados e postas para secagem em estufa com circulação forçada de ar, na temperatura de $65 \text{ }^\circ\text{C}$ (± 1). As plantas permaneceram na estufa até que atingiram peso constante. Em seguida foram pesadas em balança digital de precisão (0,01g).

Após coletados os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa de estatística SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As soluções nutritivas S1, S3, S4 e S5 proporcionaram maiores valores para diâmetro da copa, não diferiram entre si estaticamente. Verifica-se ainda que a solução salina (S2) reduziu essa variável (Figura 1A).

O diâmetro do caule e a suculência foliar tiveram resultados semelhantes, em que a solução S1, S2, S3 e S4 expressaram os maiores valores, no entanto, a solução salina (S2) provocou aumento do diâmetro do caule e reduziu a suculência foliar. Verifica-se ainda que solução nutritiva S5 afetou ambas as variáveis negativamente (Figura 1B e 1C).

A suculência foliar está relacionada com o teor de água nas folhas, assim, verifica-se que sob condições de estresse salino ocorreu redução na absorção de água pelas plantas, provocado pela redução do potencial osmótico, corroborando com os resultados apresentados por Garrido et al. (2014) e Pérez-López et al. (2015), também trabalhando com a cultura da alface sob estresse salino.

Em relação ao número de folhas totais e comerciais, verifica-se que o uso de solução salina reduziu essas variáveis, porém o acréscimo de K até a concentração de 100% proporcionou aumento das mesmas. Verifica-se ainda que a maior concentração de potássio ocasionou redução na emissão foliar (Figura 1D e 1E).

Paulus et al. (2012) verificaram efeito negativo da salinidade sobre o número de folhas da alface, no entanto outros autores não verificaram efeito da salinidade sobre essa variável (Guimarães et al. 2016) avaliaram o desempenho de cultivares de alface sob irrigação com solução salina e verificaram que houve resposta diferente das cultivares no tocante ao número de folhas.

A divergência entre esses resultados demonstram que o parâmetro número de folhas nem sempre é apontado para indicar tolerância à salinidade, tendo em vista que a planta pode apresentar uma redução da sua área foliar em função do aumento dos níveis salinos sem ter seu número total de folhas reduzido.

Com relação à área foliar em relação ao efeito das soluções nutritivas verifica-se que o uso de solução salina (S2) reduziu a área foliar ocorrendo perda de 32,9% da cultivar. Observa-se ainda que o efeito da salinidade foi reduzido com a adição 50% K (S3) em que ocorreu perda de 20% na área foliar. Entretanto, soluções nutritivas salinas enriquecidas a partir de 100% K (S4) foi suficiente para inibir o estresse salino dessa variável (Figura 1F).

Analisando o efeito das soluções nutritivas, verifica-se que com o uso de solução salina (S2) ocorreram perdas, em comparação com o valor obtido na solução padrão (S1), na massa fresca total de 45,8% (Figura 1G). Para a massa fresca comercial, as perdas foram de 41,3% (Figura 1H). Além disso, verifica-se que a adição extra de potássio de 50% (S3) não foi

suficiente para reduzir o efeito da salinidade sendo necessária adição extra de K em 100 % (S4) (Figura 1G e 1H).

Para a variável massa seca total verifica-se que a solução S2 reduziu esta variável, ocorrendo perda de 49,5%. Observa-se também que o enriquecimento da solução nutritiva com potássio aumentou a tolerância da plantas submetidas ao estresse salino, no entanto, apesar da aplicação de dose extra de K ter provocado aumento na massa seca total, não foi suficiente para inibir o efeito do estresse salino. Verifica-se ainda que ao utilizar doses extras K acima de 100% tenderam a reduzir a massa seca total (Figura 1I).

O excesso de sais na solução do solo modifica as atividades metabólicas das células no processo de alongamento celular, limitando a elasticidade da parede celular, reduzindo o alongamento da célula e, como consequência, o crescimento da planta (Taiz; Zeiger, 2013).

CONCLUSÃO

Todas as variáveis foram afetadas pelos tratamentos aplicados, ocorrendo redução quando as plantas foram fertirrigadas com a solução salina (S2).

O aumento de potássio na solução nutritiva S4 (100% de K) reduziu o efeito da salinidade, tornando-se uma alternativa viável quando o uso de água salina for inevitável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERNANDES, A. A.; MARTINEZ, H. E. P.; PEREIRA, P. R. G.; FONSECA, M. C. M. Produtividade, acúmulo de nitrato e estado nutricional de cultivares de alface, em hidroponia, em função de fontes de nutrientes. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 2, p. 195-200, 2002.

FERNANDES, M. S. *Nutrição mineral de plantas*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo. 2006. 432p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência &Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FILGUEIRA, F. A. R. *Novo manual de olericultura*. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. 418p.

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

GARRIDO, Y.; TUDELA, J. A.; MARÍN, A.; MESTRE, T.; MARTÍNEZ, V.; GIL, M. I. Physiological, phytochemical and structural changes of multi-leaf lettuce caused by salt stress. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, v. 94, p. 1592-1599, 2014.

GUIMARÃES, I. P.; OLIVEIRA, F. A.; TORRES, S. B.; PEREIRA, F. E. C. B.; FRANÇA, F. D.; OLIVEIRA, M. K. T. Use of fish-farming waste water in lettuce cultivation. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 20, n. 8, p. 728-733, 2016.

LORENZO, P.; SÁNCHEZ-GUERRERO, M.C.; MEDRANO, E.; GARCIA, M.L.; CAPARROS, I. GIMÉNEZ, M. External greenhouse mobile shading: effect on microclimate, water use efficiency, and yield of a tomato crop grown under different salinity levels of the nutrient solution. *Acta Horticulturae*, v. 609, p.181-186, 2003.

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*, Viçosa, v. 59, n. 1, p. 110-117, 2012.

PÉREZ-LÓPEZ, U.; MIRANDA-APODACA, J.; LACUESTA, M.; MENA-PETITE, A.; MUNOZ-RUEDA, A. Growth and nutritional quality improvement in two differently pigmented lettuce cultivars grown under elevated CO₂ and/or salinity. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.195, p.55-66, 2015.

PETRAZZINI, L. L.; SOUZA, G. A.; RODAS, C. L.; EMRICH, E. B.; CARVALHO, J. G.; SOUZA, R. J. Nutritional deficiency in crisphead lettuce grown in hydroponics. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 32, n. 3, p. 310-313, 2014.

SILVA, A. O.; SILVA, D. J. R.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; SANTOS, A. N.; ROLIM, M. M. Produção de rúcula em sistema hidropônico NFT utilizando água salina do Semiárido-PE e rejeito de dessalizador. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife, v. 6, n. 1, p. 147-155, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 5. ed. Piracicaba, Artmed, 2013, 820 p.

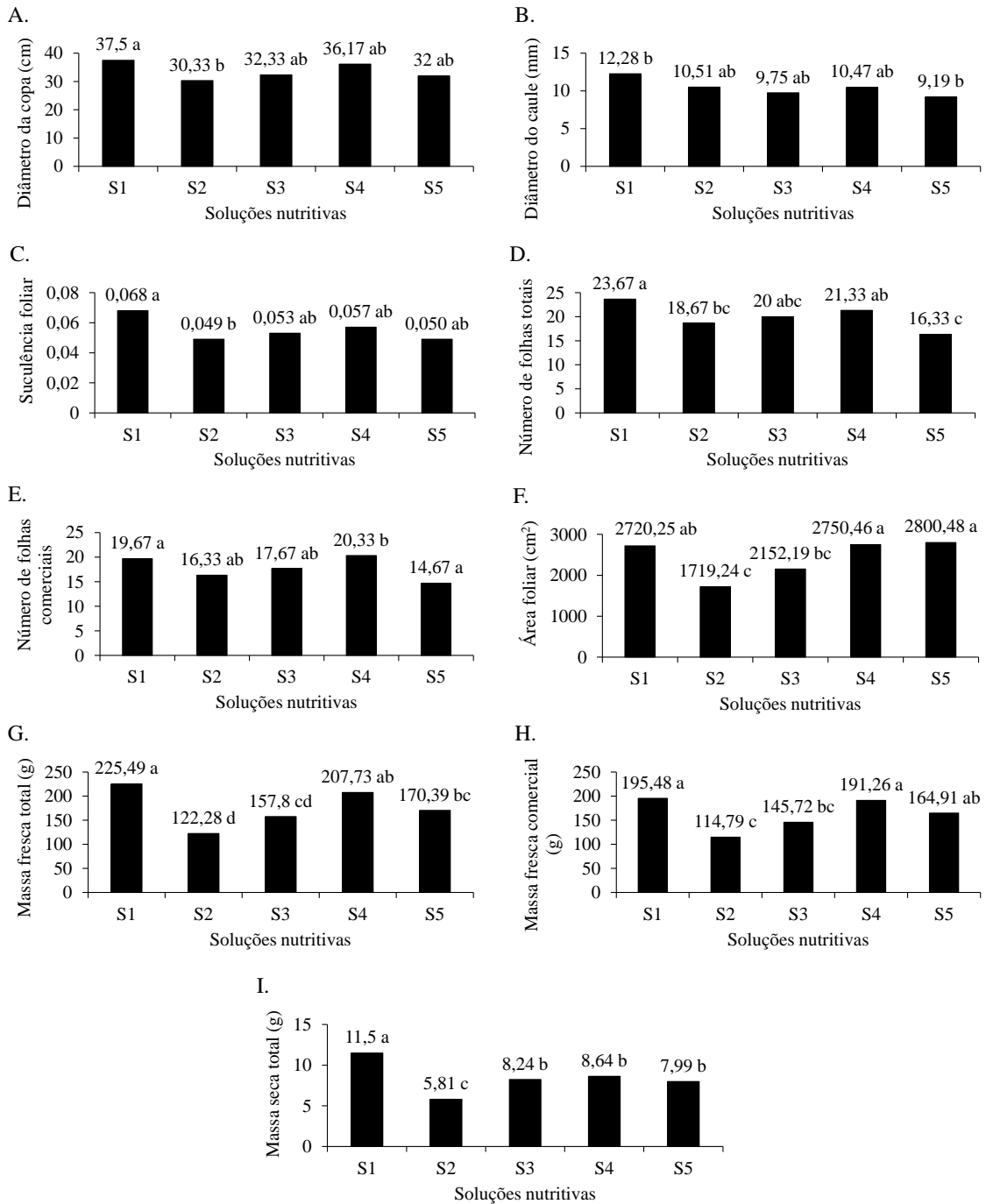


Figura 1. Diâmetro da copa (A), diâmetro do caule (B), suculência foliar (C), número de folhas totais (D) e comerciais (E), área foliar (F), massa fresca total (G) e comercial (H) e massa seca total (I) de plantas de alfafa em função das soluções nutritivas salinas enriquecidas com potássio. (S1 – solução padrão; S2 – solução padrão salinizada (3,5 dS m⁻¹); S3 – S2 + 50% de K; S4 – S2 + 100% de K; S5 – S2 + 150% de K). (Médias com a mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade).