

Ação de fertilizante orgânico de resíduos vegetais em condições de estresse abiótico no teor de fenólicos totais de alfaces (*lactuca sativa*)**Impact organic fertilizer produced with vegetable residues with stress abiotic condition on the total phenolics content of lettuce (*lactuca sativa*)**

DOI:10.34117/bjdv6n2-062

Recebimento dos originais: 30/12/2019

Aceitação para publicação: 06/02/2020

Tamara Righetti Tupini Cavalheiro

Laboratório de Bioativos, Programa de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Rio de Janeiro, Brasil,
tamara_righetti@hotmail.com

Raquel de Oliveira Alcoforado

Ciências ambientais, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Rio de Janeiro, Brazil,
ragirl150@gmail.com

Vinicius Soares de Abreu Silva

Laboratório de Ecologia e Biotecnologia Microbiana. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Rio de Janeiro, Brasil.

Nathania de Sá Mendes

Laboratório de Bioativos, Programa de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Rio de Janeiro, Brasil
nathimendes@hotmail.com

Pedro Paulo Saldanha Coimbra

Laboratório de Bioativos, Programa de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Rio de Janeiro, Brazil
coimbra.nut@gmail.com

Elisa D'ávila Costa Cavalcanti

Laboratório de Bioativos, Programa de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Rio de Janeiro, Brazil,
elisadcc@gmail.com

Diogo de Azevedo Jurulevicius

Laboratório de Ecologia e Biotecnologia Microbiana. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Rio de Janeiro, Brasil.
diogoj@micro.ufrj.br

Édira Castello Branco de Andrade Gonçalves

Laboratório de Bioativos, Programa de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Rio de Janeiro, Brasil,
ediracba.analisedealimentos@unirio.br

RESUMO

O estresse hídrico pode ser desejável por promover aumento da produção de fitoquímicos e bioativos antioxidantes, mas também impactam no tamanho das folhas, acúmulo de mucilago e outros metabólitos. Grande parte da produção de alimentos perdida, é representada por vegetais. Resíduos de frutas e hortaliças são ricos em fibras e bioativos antioxidantes. O objetivo deste estudo é avaliar a ação de resíduos vegetais (FFH e casca de cebola) no condicionamento do solo em condições de estresse abiótico associado ao teor de compostos fenólicos totais. O experimento foi realizado na casa de vegetação do Centro de Ciências da Saúde (CCS) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) no período de 25/03 a 04/09 de 2019. As análises do solo foram umidade (U), capacidade de retenção de água (CRa) e respiração basal (RBS); já nas folhas de alface foram analisadas altura, teor total de fenólicos e atividade antioxidante por FRAP. Todas as análises foram feitas em triplicada e no tratamento dos dados foram aplicadas análise de variância e teste de Tukey ($p < 0,05$). O solo adicionado de FFH 3% apresentou boa resposta quanto aos parâmetros U, CRa e RBS, propiciando crescimento das folhas de alface em 86 dias, em contrapartida ao solo sem adição de fertilizante, 122 dias. Não houve crescimento no solo com adição de FCC 10%. O solo com FFH 3% promoveu aumento significativo do teor de compostos fenólicos e a capacidade antioxidante das folhas de alface, mostrando alto potencial para aplicação da produção agrícola, visando melhora do perfil nutricional, bem como redução hídrica durante cultivo.

Palavras-chave: fertilizantes; alface; atividade antioxidante

ABSTRACT

Water stress may be desirable because it promotes an increase in the production of phytochemicals and antioxidant bioactive substances, but they also have an impact on leaf size, mucilage accumulation and other metabolites. Much of the lost food production is represented by vegetables. Fruit and vegetable residues are high in fiber and bioactive antioxidants. The objective of this study is to evaluate the action of vegetable residues (FFH and onion peel) in soil conditioning under conditions of abiotic stress associated with the content of total phenolic compounds. The experiment was carried out in the greenhouse of the Health Sciences Center (CCS) of the Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ) in the period from 25/03 to 04/09 2019. The soil analyzes were moisture (U), water holding capacity (CRa) and baseline breathing (RBS); lettuce leaves were analyzed for height, total phenolic content and antioxidant activity by FRAP. All analyzes were performed in triplicate and in the treatment of the data, analysis of variance and Tukey's test were applied ($p < 0.05$). The soil added with 3% FFH showed good response to the parameters U, CRa and RBS, providing growth of lettuce leaves in 86 days, in contrast to the soil without the addition of fertilizer, 122 days. There was no growth in the soil with the addition of 10% FCC. The soil with 3% FFH promoted a significant increase in the content of phenolic compounds and the antioxidant capacity of lettuce leaves, showing high potential for application of agricultural production, aiming at improving the nutritional profile, as well as water reduction during cultivation.

Keywords – fertilizers, lettuce, antioxidant activity

1 INTRODUÇÃO

O conteúdo de fitoquímicos em hortaliças está associado as condições de cultivo (Arbos, Freitas, Stertz, & Dornas, 2010). Sendo estas desfavoráveis, como estresse hídrico, aumenta a produção de espécies reativas de oxigênio, podendo promover danos na produção, mas, por outro lado, tais constituintes atuam na prevenção de doenças degenerativas, e com isto, esta condição fisiológica também pode ser desejável (Al., Aguirre-Mancilla, Montero-Tavera, & Nieto, 2019).

As plantas desenvolvem naturalmente mecanismos que auxiliem a sobreviver ao estresse hídrico impactando no tamanho da folha, acúmulo de mucilagos e outros metabólitos (Palacios-Romero et al., 2017).

A água é o fator que maior influencia exerce na germinação (Bertagnolli, Menezes, Storck, Santos, & Pasqualli, 2003). Para aumentar a produtividade do cultivo agrícola é importante criar condições que promovam maior tolerância ao estresse abiótico que engloba fatores ambientais como água, temperatura e irradiação (Veobides-Amador, Guridi-Izquierdo, & Vázquez-Padrón, 2018). Estudos recentes indicam o uso de oligosacarinas na proteção contra o estresse abiótico; a quitosana (oligosacarinas) é uma das mais estudadas na aplicação agrícola (Falcón Rodríguez, Costales Mené, González-Peña Fundora, & Nápoles García, 2015).

O Brasil é um país que gera 240 mil toneladas de lixo por dia, 60% é composta por resíduos orgânico (Filho, Holanda, Oliveira, & Silva, 2017). Considerando a produção mundial de alimentos para humanos, 1/3 são perdidos e destes 63% correspondem a frutas e vegetais (Kowalska, Czajkowska, Cichowska, & Lenart, 2017). Resíduos de frutas e vegetais são ricos em fibras e compostos fenólicos (Gonçalves et al., 2018).

Farinha de frutas e hortaliças (FFH), proveniente de resíduo produzido na produção de bebida isotônica com concentrado de vegetais (Martins, Chiapetta, Paula, & Gonçalves, 2011) apresentou alto conteúdo de fibras dietéticas (48%), solúveis (9,6%) e insolúveis (39%) (Roberta, Mariana, & Édira, 2014) e 88 compostos fenólicos foram identificados (Gonçalves et al., 2018). A fração fibra é a de maior relevância na casca de cebola e está constituída por 41,1% de α -celulose, 16,2% de hemicelulose e 38,9% por lignina (Reddy & Rhim, 2018) e apresenta alta capacidade antioxidante (76% redução DPPH) (Lee et al., 2011).

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a ação de resíduos vegetais (FFH e casca de cebola) no acondicionamento do solo em condições de estresse abiótico associado ao teor de compostos fenólicos totais.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado na casa de vegetação do Centro de Ciências da Saúde (CCS) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) no período de 25/03 a 04/09 de 2019.

2.1 ELABORAÇÃO DO FERTILIZANTE ORGÂNICO A PARTIR DE CASCA DE CEBOLA (FCC)

As cascas das cebolas foram obtidas após processamento mínimo de cebolas de 4 unidades de alimentação e nutrição (UAN's) localizadas no bairro de Botafogo na cidade do Rio de Janeiro e de 3 unidades da rede Hortifrutti localizadas nos bairros de Botafogo e Copacabana na cidade do Rio de

Janeiro e transportadas em sacos de polietileno até o laboratório de bioativos (PPGAN/UNIRIO), na Urca. Estas, foram secas em estufa ventilada (Marconi, Model MA035, Brasil) a 65°C por 5 horas; trituradas em liquidificador (Philco, 900 W); retornando para a estufa a 90°C por 1 hora (FERREIRA, SANTOS, MORO, ANDRADE, & GONÇALVES, 2015). A FCC produzida foi armazenada em sacos de alumínio com lacre e identificados e conservadas em temperatura ambiente.

2.2 PRÉ-ACONDICIONAMENTO DO SOLO

Terra preta adubada com húmus de minhoca da marca Minhocário Pé da Serra, foi acondicionada com 10% FCC e 3% de FFH a partir da mistura por diluição geométrica e mantida na casa de vegetação sem irrigação durante o período de 25/03 a 06/05. Diariamente (2ª a 6ª feira) 2 vezes ao dia (manhã e tarde) eram transferidas para a casa de vegetação com irrigação, sendo irrigadas durante 15 minutos. Cada momento de irrigação propiciou volume de água variando de 18 a 20mL/sementeira.

Os vasos (6 para cada tratamento) utilizados no transplântio foram pré-acondicionados conforme descrito acima (por 3 dias) e posteriormente mantidos na casa de vegetação com irrigação sob as mesmas condições de irrigação por 30 dias antes dessa etapa.

2.3 DESENHO EXPERIMENTAL

Sementeiras (capacidade 126mL/célula) foram preenchidas com: solo Puro (P); P + FCC 10% e P + FFH 3%. Para cada tratamento foram preparadas vinte sementeiras e cada uma foi semeada com 4 sementes de alface da variedade Crespa Grand Rapids TBR da marca Isla. Foi estabelecido que o transplântio dos cultivares seria feito no momento em que a altura das folhas da alface alcançasse no mínimo 8cm (Luz, Bellodi, Martins, Diniz, & Lana, 2004) e a colheita ao atingir 22 cm (Oliveira, Souza, Cruz, Marques, & França, 2010).

Após semeadura foram feitas 7 irrigações no decorrer do dia, durante 15 minutos cada. Cada momento de irrigação propiciou volume de água variando de 18 a 20mL/sementeira.

Foram feitas análises do solo, na semeadura, considerado tempo 0, transplântio e colheita, conforme descrito a seguir. Análise da capacidade antioxidante das folhas de alface foram realizadas no transplântio e colheita.

2.4 ANÁLISE DO SOLO

Coleta da amostra. As amostras foram escolhidas aleatoriamente, coletadas integralmente das sementeiras, acondicionadas e homogeneizadas em sacos de polietileno. Todas as coletas eram realizadas na parte da manhã. As amostras foram armazenadas em sacos identificados de polietileno de coloração escura e sistema de vedação para análises de pH e Respiração Basal (RBS). Para análises de umidade (U) e Capacidade de Retenção da Água (CRa), as amostras foram homogeneizadas e acondicionadas em tubos falcon devidamente identificados, armazenadas sob refrigeração por 24h.

As análises físico-químicas, foram realizadas nos laboratórios de Biotecnologia e Ecologia Microbiana (Labem) da UFRJ e Bioativos (PPGAN/UNIRIO). Para transporte até o laboratório de bioativos, as amostras foram acondicionadas em isopor com gelo seco (<4°C). Todas as amostras, foram armazenadas sob refrigeração até o momento das análises, quando indicado.

Umidade. O teor de umidade foi feito em analisador por Infravermelho (IV) da marca Gehaka 2500 e/ou analisador IV digital da marca Ohaus.

Capacidade de Retenção de Água. 25g de cada amostra foi transferida para funil de plástico, vedado com lã de vidro, saturada com água destilada e tampada com filme plástico. Após período de 4 horas, a amostra foi transferida para tubo falcon vedado com parafilme e armazenada sob refrigeração por 48 horas, sendo então realizada a umidade conforme descrito anteriormente (Loss, Pereira, Beutler, Perin, & Anjos, 2013).

Respiração Basal (RBS). 20g de cada amostra, foram colocadas em frascos de polipropileno com capacidade de 50 ml e incubadas em sacos de polietileno com sistema de fechamento e de coloração escura por 7 dias. No mesmo saco de incubação, foi acondicionado frasco similar com 5mL de NaOH 1M. Posteriormente a incubação, o NaOH foi titulado com HCl 0,5M, usando o indicador fenolftaleína e determinada RBS seguindo o método proposto por Jenkinson & Powlson (1976):

$$\text{RBS (mg C-CO}_2\text{/kg solo seco/hrs)} = (\text{vol. B} - \text{vol. A}) * \text{M/ms/ T}$$

Onde: Vol. A= Volume do HCl gasto na titulação da amostra; vol. B= Volume do HCl gasto no branco; M= Molaridade HCl 0,5M; ms= massa seca (g); T= número de horas incubação.

2.5 ANÁLISE DAS FOLHAS DE ALFACE

Altura das folhas das alfaces – foi feita a medida em centímetros (cm) a partir do nível do solo até a extremidade da folha mais alta com o auxílio de uma trena (Da Silva Almeida et al., 2015).

Atividade antioxidante

As alfaces foram coletadas, lavadas e colocadas em sacos de polietileno de cor escura e sistema de fechamento, devidamente identificados, acondicionadas em isopor com gelo seco (<4 °C) para transporte até o laboratório de bioativos (PPGAN/UNIRIO), Urca, onde foram dispostas em tabuleiros e colocadas para secagem em estufa com circulação de ar ventilada a 65°C por 5 horas, sendo trituradas em liquidificador, retornando para a estufa por mais 1 hora a 90°C (FERREIRA et al., 2015), trituradas e armazenadas em sacos de alumínio com lacre e identificados e conservadas em temperatura ambiente até o momento das análise da atividade antioxidante

Para a análise da capacidade antioxidante a amostra foi submetida a extração com mistura de etanol: água (50/50, v/v), na proporção de 3,0% (p/v) mantendo-se em incubadora shaker (NovaTecnica) a 30°C por 10 horas. Após este período, a mistura foi centrifugada (Thermo Fisher Scientific, MegaFuge 16R, EUA) 2000xg por 15 minutos e filtrada em papel de filtro, sendo o sobrenadante recuperado e armazenado a -20°C até o momento da análise (Santos & Gonçalves, 2016). Solução aquosa 10% (v/v) do extrato da amostra foi utilizada para as análises.

Teor total de fenólicos foi determinado a partir da técnica de Folin-Ciocalteau (Singleton, Orthofer, & Lamuela-Raventós, 1999), utilizando o equipamento Victor NivoMicroplate Reader (Perkin Elmer, German), e os resultados foram expressos como mg de equivalente de ácido gálico por grama de amostra (mg EAG/g⁻¹).

Atividade antioxidante do radical ABTS foi feita conforme descrito por RE et al. (1999), utilizando o equipamento Victor NivoMicroplate Reader (Perkin Elmer, German). Os resultados foram expressos como mg de Trolox por grama de amostra (mg Trolox/g⁻¹).

Atividade oxidante pela redução do ferro (FRAP) foi feita conforme descrito por Benzie and Strain (1996) (Benzie et al., 1996), utilizando o equipamento Victor NivoMicroplate Reader (Perkin Elmer, German). Os resultados foram expressos como mg de ferro reduzido por grama de amostra (mg Fe²⁺/g⁻¹).

Atividade antioxidante pelo teste ORAC foi feito como descrito por Zulueta et al. (2009) (Zulueta et al., 2009), utilizando o equipamento Victor NivoMicroplate Reader (Perkin Elmer, German). Os resultados foram expressos em mg de Trolox equivalente per gram of sample (mg TE.g⁻¹).

Tratamento estatístico

Todas as análises foram realizadas em triplicata. Os resultados estão expressos como média ± desvio padrão. Para comparação das médias aritméticas, foi feita a análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey usando o GraphPad Prism versão 5, com nível de significância de 5% de probabilidade ($P < 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período do transplântio e colheita foram diferentes para cada tipo de solo. O solo padrão (P), sem adição dos fertilizantes orgânicos, promoveu o transplântio em 86 dias e a colheita 122 dias. Com a adição da FFH (P + FHH 3%), o tempo de transplântio foi de 44 dias e da colheita 86 dias. No solo com adição de FCC (P + FCC 10%), o crescimento das folhas da alface não foi aceitável e assim, as análises do solo foram feitas no tempo 0 e no final do experimento (122 dias).

No período do condicionamento do solo, onde as sementeiras foram mantidas na casa de vegetação sem irrigação, a temperatura máxima foi de 33,8°C, com variação mínima 24,3°C (INMET, 2019).

3.1 ANÁLISE DO SOLO

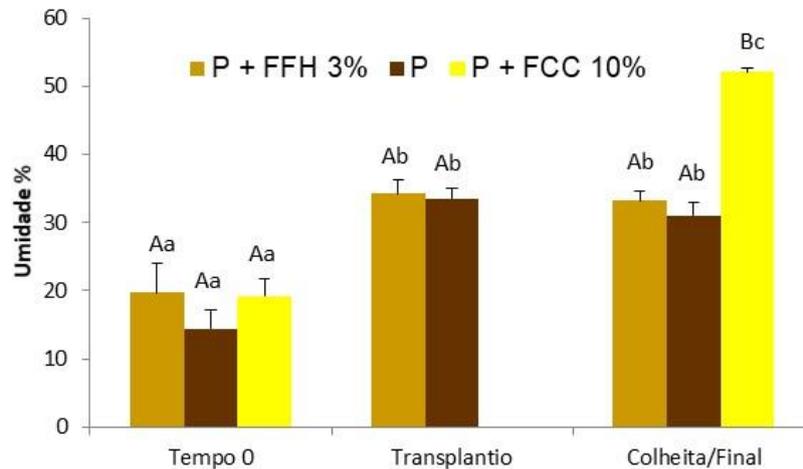


Figura 1: Teor de umidade de solo com diferentes tratamentos: Puro (P); P adicionado com Farinha de Frutas e Hortaliças 3% (P + FFH 3%) e P adicionado com Farinha de Casca de Cebola 10% (P + FCC10%) durante o cultivo de alface nos períodos de semeadura (0), transplântio e colheita. Letras minúsculas indicam a diferença de cada tratamento com o decorrer do tempo e letras maiúsculas indicam a diferença entre os tratamentos em cada tempo ($P < 0,05$; Teste de Tukey).

O teor de umidade (Figura 1) aumentou durante o cultivo da alface, se mantendo, para os solos sem adição de fertilizante orgânico e com adição de FFH 3%, similar no transplântio e colheita. No solo com FCC 10%, o teor de umidade foi significativamente superior aos demais, no final do experimento. A proporção de fibra dietética solúvel (FDS) e insolúvel (FDI) para FCC é 1:13 (Lee et al., 2011) e para FFH 1:4 (Roberta et al., 2014), o que pode justificar o teor de água neste solo.

Ao avaliar a capacidade de retenção da água (CRA), Figura 2, nos diferentes meios e tempo de cultivo, observa-se que o solo com adição de FCC 10% apresentou CRA superior aos demais meios, corroborando com os dados de umidade, quando se considera que a razão de FDS:FDI da FCC é 3 vezes superior a FFH. Mas é importante ressaltar, que além deste fator, o teor de FFH adicionado ao solo foi inferior em 70% do adicionado de FCC. Ambos os fertilizantes naturais, FFH e FCC promovem aumento da matéria orgânica no solo e tal fato promove aumento da CRA (Minasny & Mcbratney, 2018).

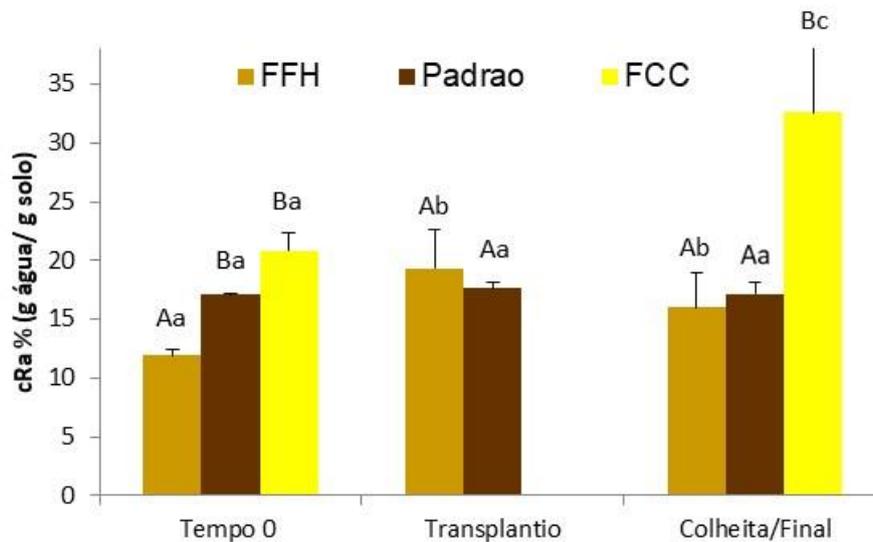


Figura 2: Capacidade de Retenção de Água (cRa) do solo com diferentes tratamentos: Puro (P); P adicionado com Farinha de Frutas e Hortaliças 3% (P + FFH 3%) e P adicionado com Farinha de Casca de Cebola 10% (P + FCC10%) durante o cultivo de alface nos períodos de semeadura (0), transplântio e colheita. Letras minúsculas indicam a diferença de cada tratamento com o decorrer do tempo e letras maiúsculas indicam a diferença entre os tratamentos em cada tempo ($P < 0,05$; Teste de Tukey).

A baixa disponibilidade de água, promove maior adesão dos agregados do solo (L. Zhang & Sun, 2018). Durante o acondicionamento dos solos, todos foram expostos a estresse abiótico (baixo conteúdo de água, altas temperaturas) e tal condição pode ter influenciado na adaptação do solo durante o cultivo, influenciando na degradação diferenciada dos agregados e conseqüentemente na maior liberação de água e redução da Cra (H. Y. Zhang, Li, Wells, & Liu, 2019).

A microbiota do solo é influenciada pelo conteúdo de água (Yan, Marschner, Cao, Zuo, & Qin, 2015), teor de compostos orgânicos (Nair & Ngouajio, 2012) e teor de compostos fenólicos solúveis (Christodoulou, Agapiou, Anastopoulos, Omirou, & Ioannides, 2019).

A figura 3, apresenta uma avaliação da microbiota dos diferentes solos estudados, a partir da respiração basal do solo (RBS). Observa-se aumento contínuo da RBS no solo adicionado de FFH 3%, justifica-se tal comportamento pelo alto teor de bioativos antioxidantes desta matriz, conforme já mencionado, acreditando-se que a própria ação microbiana foi favorecendo na liberação destes compostos, permitindo que o solo se mantivesse saudável.

O conjunto de fatores (teor de água, compostos orgânicos e compostos antioxidantes, influenciaram na resposta positiva do solo adicionado de FFH 3% quando comparados ao solo sem

adição de fertilizante natural. O alto teor de umidade, alta CRA do solo adicionado de FCC, sugerem alta complexidade dos biopolímeros deste fertilizante não permitindo crescimento das folhas de alface mesmo apresentando alta atividade microbiana, quando comparado ao solo sem adição de conservantes (Pellejero, Miglierina, Aschkar, Turcato, & Jiménez-Ballesta, 2017) .

Importante salientar que o alto conteúdo de água promove uma queda de oxigenação, propiciando assim crescimento de bactérias anaeróbicas e impactando negativamente na germinação, sendo uma das possíveis justificativas pelo não crescimento da alface no solo adicionado de FCC 10% (Powell, Ferguson, Snape, & Siciliano, 2006).

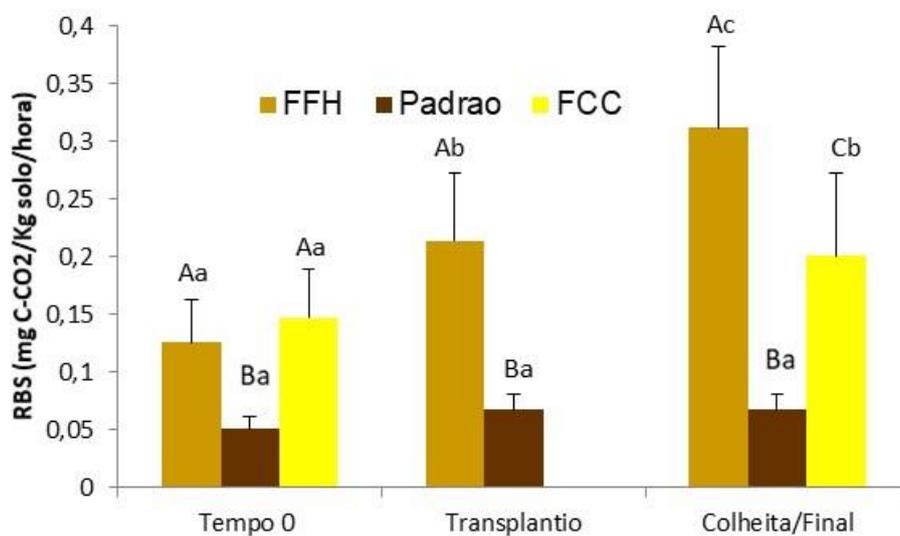


Figura 3: Respiração Basal do solo (RBS) com diferentes tratamentos: : Puro (P); P adicionado com Farinha de Frutas e Hortaliças 3% (P + FFH 3%) e P adicionado com Farinha de Casca de Cebola 10% (P + FCC10%) durante o cultivo de alface nos períodos de semeadura (0), transplântio e colheita . Letras minúsculas indicam a diferença de cada tratamento com o decorrer do tempo e letras maiúsculas indicam a diferença entre os tratamentos em cada tempo ($P < 0,05$; Teste de Tukey).

3.2 ANÁLISE DAS FOLHAS DE ALFACE

O crescimento das folhas de alface aconteceu em tempos distintos nos diferentes meios de cultivo estudados (Figura 4). Apenas os meios sem adição de fertilizante (solo padrão) e com adição de FFH 3% propiciaram crescimento das folhas da alface, mas, o estresse hídrico impactou na altura das folhas, não havendo crescimento significativo entre o transplântio e colheita, para o solo padrão.

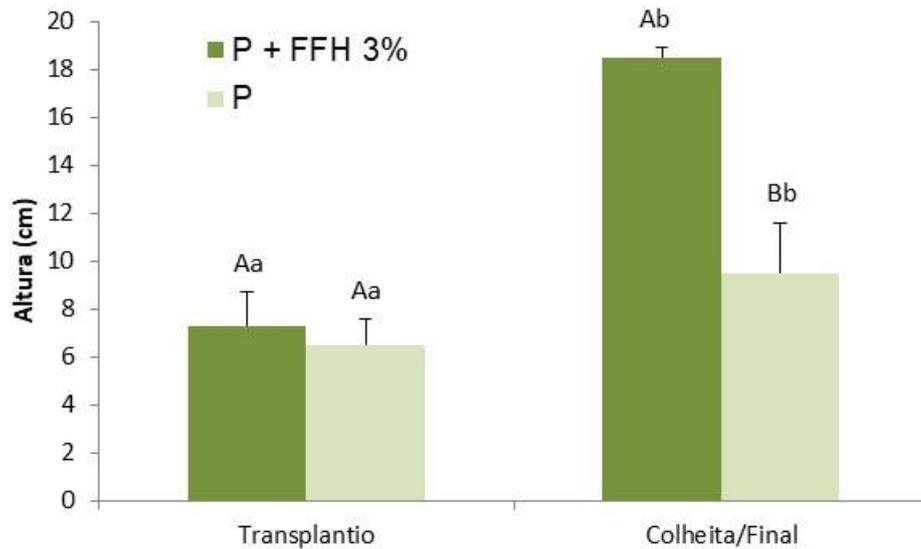


Figura 4: Altura das folhas de alface cultivadas com diferentes tratamentos: Puro (P); P adicionado com Farinha de Frutas e Hortaliças 3% (P + FFH 3%) nos períodos de semeadura (0), transplante e colheita. Letras minúsculas indicam a diferença de cada tratamento com o decorrer do tempo e letras maiúsculas indicam a diferença entre os tratamentos em cada tempo ($P < 0,05$; Teste de Tukey).

A análise do teor de fenólicos totais e da atividade antioxidante das folhas de alface foram feitas considerando o crescimento mínimo de 8cm na fase do transplante (Luz et al., 2004) com aumento significativo na colheita. Desta forma, as folhas da alface cultivada em solo sem adição de fertilizante natural e adicionados com FCC não foram analisadas.

O teor de fenólicos totais (Figura 5) aumentou significativamente quando comparado a literatura, que comparou este parâmetro em amostras cultivadas na forma convencional e orgânica (Arbos et al., 2010).

Importante observar que no momento do transplante o teor destes bioativos foi similar as folhas colhidas sob meio de cultivo orgânico e convencional, e que neste estudo o solo permaneceu sob estresse hídrico por quase 70 dias e ainda assim, promoveu crescimento normal das folhas, em período relatado na literatura para o cultivo da alface (Greenwood, McKee, Fuller, Burns, & Mulholland, 2007).

O teor de fenólicos está superior a 6 vezes o que está relatado na literatura, indicando que o desenho experimental apresentado, com adição de fertilizante natural e acondicionamento do solo em estresse hídrico é um fator relevante para promoção de vegetais com melhor perfil destes compostos, podendo favorecer nas dietas funcionais.

A análise da capacidade antioxidante, pelo método de FRAP, também indicou aumento relevante quando comparada a alface cultivada em solo convencional (Jmii, Khadhri, & Haouala, 2020).

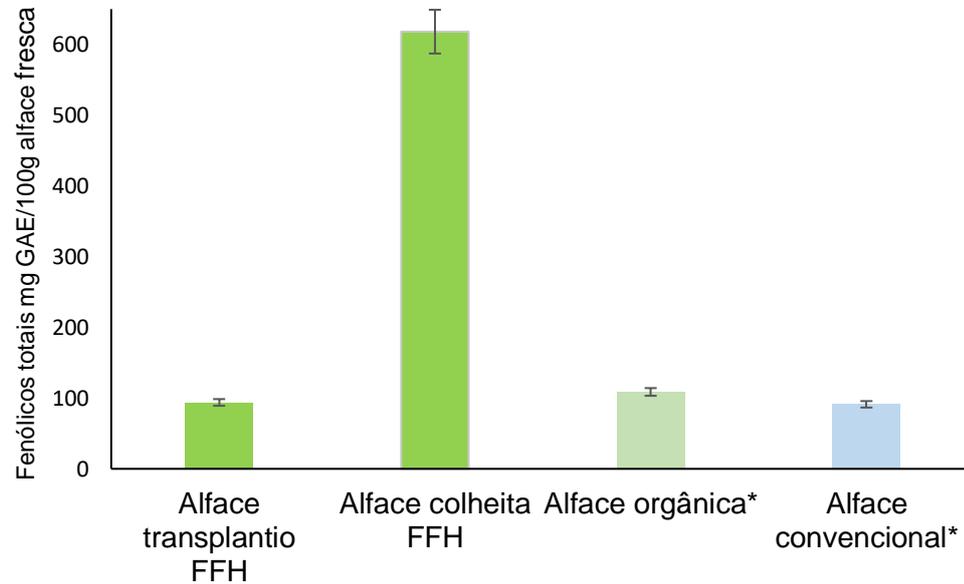


Figura 5: Fenólicos totais (mg ácido gálico/100g massa fresca - MF) de folhas de alface cultivadas em solo adicionado de FFH 3% nos períodos de transplantio (44 dias) e colheita (86 dias) e amostras de referência* (Arbos et al., 2010).

Extrato de *Thapsia garganica* pulverizados durante o cultivo de alface, permitiu maior capacidade antioxidante das mesmas (Jmii et al., 2020) e neste estudo, pode-se considerar que a FFH apresentou comportamento similar ao extrato mencionado.

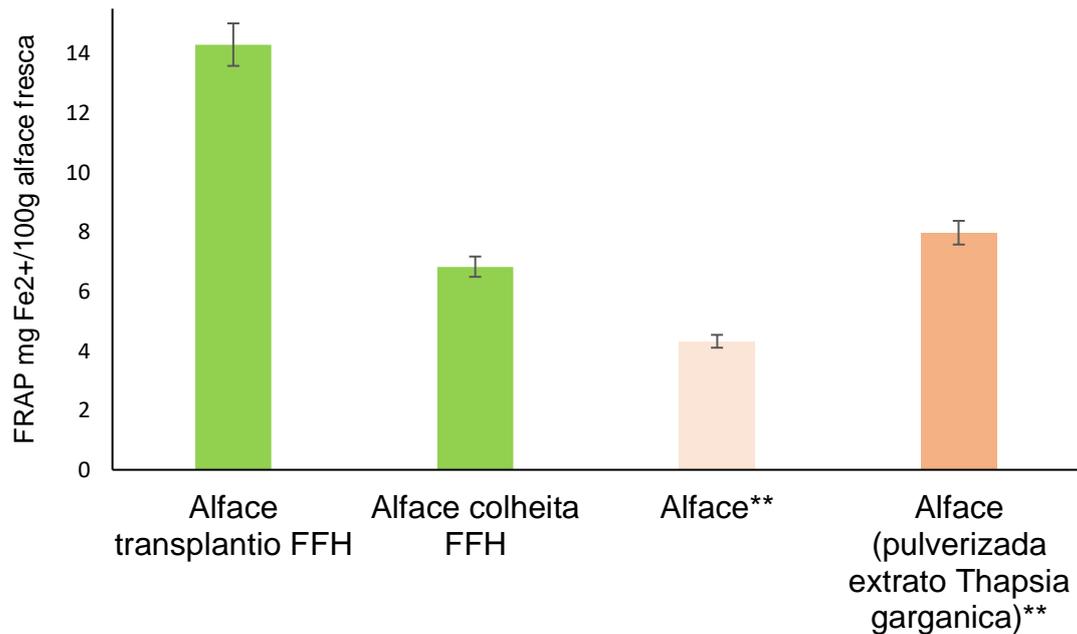


Figura 6: Fenólicos totais (mg ácido gálico/100g massa fresca - MF) de folhas de alfaca cultivadas em solo adicionado de FFH 3% nos períodos de transplantio (44 dias) e colheita (86 dias) e amostras de referência** (Jmii et al., 2020)

A atividade antioxidante no transplantio foi bem superior ao momento da colheita, o que era de se esperar, considerar o estresse hídrico provocado durante o acondicionamento do solo, e as adaptações durante a germinação, já com irrigação adequada (Al. et al., 2019).

4 CONCLUSÃO

Os fertilizantes naturais adicionados ao solo, FCC e FFH apresentaram ações relevantes quanto a capacidade de retenção de água e crescimento microbiano. A FCC não propiciou aumento das folhas da alfaca, mas o solo com FFH 3% aumento significativamente o teor de compostos fenólicos e a capacidade antioxidante das folhas de alfaca, mostrando bom potencial para novos estudos explorando não só a melhora do perfil de bioativos nos produtos agrícolas, como também menor gasto hídrico durante o cultivo.

Órgãos Financiadores: CAPES; UNIRIO; UFRJ.

REFERÊNCIAS

- Al., D. S.-G. A. I. M.-A., Aguirre-Mancilla, C. L., Montero-Tavera, V. ., & Nieto, J. E. R. (2019). Kinetics of the physiological and antioxidant response to water stress in lettuce. *Interciencia*, *43*(7), 521–525.
- Arbos, K. A., Freitas, R. J. S. de, Stertz, S. C., & Dornas, M. F. (2010). Atividade antioxidante e teor de fenólicos totais em hortaliças orgânicas e convencionais. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, *30*(2), 501–506. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612010000200031>
- Benzie, F. I. F., & Strain, J. J. (1996). The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of ‘. *The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “ Antioxidant Power ”: The FRAP Assay*, *76*, 70–76.
- Bertagnolli, C. M., Menezes, N. L. de, Storck, L., Santos, O. S. dos, & Pasqualli, L. L. (2003). Desempenho de sementes nuas e peletizadas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas a estresses hídrico e térmico. *Revista Brasileira de Sementes*, *25*(1), 7–13. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222003000100002>
- Christodoulou, E., Agapiou, A., Anastopoulos, I., Omirou, M., & Ioannides, I. M. (2019). The effects of different soil nutrient management schemes in nitrogen cycling. *Journal of Environmental Management*, *243*, 168–176. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.04.115>
- Da Silva Almeida, A. E., Neto, F. B., Costa, L. R., Da Silva, M. L., De Lima, J. S. S., & Barros Júnior, A. P. (2015). Eficiência agrônômica do consórcio alface-rúcula fertilizado com flor-de-seda. *Revista Caatinga*, *28*(3), 79–85. <https://doi.org/10.1590/1983-21252015v28n309rc>
- Falcón Rodríguez, A. B., Costales Mené, D., González-Peña Fundora, D., & Nápoles García, M. C. (2015). Nuevos productos naturales para la agricultura: las oligosacarinas. *Cultivos Tropicales*, *36*, 111–129. Retrieved from http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362015000500010&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- FERREIRA, M. S. L., SANTOS, M. C. P. dos, MORO, T. M. A., ANDRADE, R. M. S., & GONÇALVES, É. C. B. de A. (2015). Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour. *Journal of Food Science and Technology*, *52*, 822–830. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1061-4>
- Filho, R. C. dos S., Holanda, E. P. T. de, Oliveira, L. C. F. de, & Silva, V. M. F. da. (2017). O aproveitamento de resíduos sólidos urbanos, por meio do processo de compostagem aeróbia

enriquecida com casca de sururu para aproveitamento na construção civil. *Ciências Exatas e Tecnológicas*, 4(2), 125–134.

Gonçalves, E. C. B. A., Lozano-Sanchez, J., Gomes, S., Ferreira, M. S. L., Cameron, L. C., & Segura-Carretero, A. (2018). Byproduct Generated During the Elaboration Process of Isotonic Beverage as a Natural Source of Bioactive Compounds. *Journal of Food Science*, 83(10), 2478–2488. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14336>

Greenwood, D. J., McKee, J. M. T., Fuller, D. P., Burns, I. G., & Mulholland, B. J. (2007). A novel method of supplying nutrients permits predictable shoot growth and root: Shoot ratios of pre-transplant bedding plants. *Annals of Botany*, 99(1), 171–182. <https://doi.org/10.1093/aob/mcl240>

INMET. (2019). Instituto Nacional de Meteorologia.

Jmii, G., Khadhri, A., & Haouala, R. (2020). Thapsia garganica allelopathic potentialities explored for lettuce growth enhancement and associated weed control. *Scientia Horticulturae*, 262, 109068. <https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2019.109068>

Kowalska, H., Czajkowska, K., Cichowska, J., & Lenart, A. (2017). What's new in biopotential of fruit and vegetable by-products applied in the food processing industry. *Trends in Food Science & Technology*, 67, 150–159. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2017.06.016>

Lee, K. A., Kim, K. T., Nah, S. Y., Chung, M. S., Cho, S. W., & Paik, H. D. (2011). Antimicrobial and antioxidative effects of onion peel extracted by the subcritical water. *Food Science and Biotechnology*, 20(2), 543–548. <https://doi.org/10.1007/s10068-011-0076-8>

Loss, A., Pereira, M. G., Beutler, S. J., Perin, A., & Anjos, L. H. C. dos. (2013). Carbono mineralizável, carbono orgânico e nitrogênio em macroagregados de Latossolo sob diferentes sistemas de uso do solo no Cerrado Goiano. *Semina: Ciências Agrárias*, 34, 2153–2168. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n5p2153>

Luz, J. M. Q., Bellodi, A. L., Martins, S. T., Diniz, K. A., & Lana, R. M. Q. (2004). Composto orgânico de lixo urbano e vermiculita como substrato para a produção de mudas de alface, tomate e couve-flor. *Bioscience Journal*, 20(1), 67–74.

Martins, R. C., Chiapetta, S. C., Paula, F. D. De, & Gonçalves, É. C. B. a. (2011). Avaliação da vida de prateleira de bebida isotônica elaborada com suco concentrado de frutas e hortaliças congeladas por 30 dias. *Alimentos e Nutrição*, 22(44), 623–629.

Minasny, B., & Mcbratney, A. B. (2018). Limited effect of organic matter on soil available water capacity. *European Journal of Soil Science*, 69, 39–47. <https://doi.org/10.1111/ejss.12475>

Nair, A., & Ngouajio, M. (2012). Soil microbial biomass, functional microbial diversity, and nematode community structure as affected by cover crops and compost in an organic vegetable production system. *Applied Soil Ecology*, 58, 45–55. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2012.03.008>

- Oliveira, E. Q. de, Souza, R. J. de, Cruz, M. do C. M. da, Marques, V. B., & França, A. C. (2010). Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. *Horticultura Brasileira*, 28(1), 36–40. <https://doi.org/10.1590/s0102-05362010000100007>
- Palacios-Romero, A., Rodríguez-Laguna, R., Razo Zárata, R., Meza-Rangel, J., Prieto-García, F., Hernández Flores, M. de la L., ... Hernández-Flores, M. de la L. (2017). Espuma fenólica de célula abierta hidratada como medio para mitigar estrés hídrico en plántulas de *Pinus leiophylla*. *Madera y Bosques*, 23(2), 43–52. <https://doi.org/10.21829/myb.2017.232512>
- Pellejero, G., Miglierina, A., Aschkar, G., Turcato, M., & Jiménez-Ballesta, R. (2017). Effects of the onion residue compost as an organic fertilizer in a vegetable culture in the Lower Valley of the Rio Negro. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 6(2), 159–166. <https://doi.org/10.1007/s40093-017-0164-8>
- Powell, S. M., Ferguson, S. H., Snape, I., & Siciliano, S. D. (2006). Fertilization stimulates anaerobic fuel degradation of antarctic soils by denitrifying microorganisms. *Environmental Science and Technology*, 40(6), 2011–2017. <https://doi.org/10.1021/es051818t>
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9–10), 1231–1237. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
- Reddy, J. P., & Rhim, J. W. (2018). Extraction and Characterization of Cellulose Microfibers from Agricultural Wastes of Onion and Garlic. *Journal of Natural Fibers*, 15(4), 465–473. <https://doi.org/10.1080/15440478.2014.945227>
- Roberta, M. S. A., Mariana, S. L. F., & Édira, C. B. A. G. (2014). Functional capacity of flour obtained from residues of fruit and vegetables. *International Food Research Journal*, 21(4), 1675–1681.
- Santos, M. C. P., & Gonçalves, É. C. B. A. (2016). Effect of different extracting solvents on antioxidant activity and phenolic compounds of a fruit and vegetable residue flour. *Scientia Agropecuaria*, 7(1), 7–14.
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin-Ciocalteu Reagent. *Polyphenols and Flavonoids*, 299(1974), 152–178.
- Veobides-Amador, H., Guridi-Izquierdo, F., & Vázquez-Padrón, V. (2018). Humic substances as plants biostimulants under environmental stress conditions. *Cultivos Tropicales*, 39(4), 102–109. Retrieved from http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362018000400015&lng=en&nrm=iso&tlng=es

Yan, N., Marschner, P., Cao, W., Zuo, C., & Qin, W. (2015). Influence of salinity and water content on soil microorganisms. *International Soil and Water Conservation Research*, 3, 316–323. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2015.11.003>

Zhang, H. Y., Li, M., Wells, R. R., & Liu, Q. J. (2019). Effect of Soil Water Content on Soil Detachment Capacity for Coarse- and Fine-Grained Soils. *Soil Science Society of America Journal*, 83, 697–706. <https://doi.org/10.2136/sssaj2018.05.0208>

Zhang, L., & Sun, X. (2018). Effects of bean dregs and crab shell powder additives on the composting of green waste. *Bioresource Technology*, 260(March), 283–293. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.03.126>

Zulueta, A., Esteve, M. J., & Frígola, A. (2009). ORAC and TEAC assays comparison to measure the antioxidant capacity of food products. *Food Chemistry*, 114(1), 310–316. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.033>