

XIII ENCONTRO e V SIMPÓSIO

LATINO-AMERICANO DE HIDROPONIA

ANAIS DE RESUMOS EXPANDIDOS
ISSN 2448-1807

Editores

Jorge Luiz Barcelos Oliveira

Rosandro Boligon Minuzzi

15 a 16 de setembro de 2022

Florianópolis-SC

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária
da Universidade Federal de Santa Catarina

E56a Encontro Latino-Americano de Hidroponia (13. : 2022 : Florianópolis, SC)
Anais de resumos expandidos [recurso eletrônico] : XIII Encontro
Latino-Americano de Hidroponia e V Simpósio Latino-Americano de
Hidroponia / editores: Jorge Luiz Barcelos Oliveira, Rosandro Boligon
Minuzzi. – Florianópolis : UFSC, 2022.

E-book (PDF)

Evento realizado de 15 a 16 de setembro de 2022, Florianópolis, SC.

ISSN 2448-1807

1. Hidroponia - Congressos. I. Oliveira, Jorge Luiz Barcelos. II.
Minuzzi, Rosandro Boligon. III. V Simpósio Latino-Americano de
Hidroponia. IV. Título.

CDU: 631.589

**XIII ENCONTRO LATINO-AMERICANO
DE HIDROPONIA
V SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE
HIDROPONIA**

**ANAIS DE RESUMOS EXPANDIDOS
ISSN 2448-1807**

Realização:

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC
Laboratório de Hidroponia – LabHidro

Apoio:

CREA-SC

Florianópolis-SC, Brasil

2022

XIII ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE HIDROPONIA

V SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE HIDROPONIA

ANAIS DE RESUMOS EXPANDIDOS

Coordenador:

Prof. Dr. Jorge Luiz Barcelos Oliveira

Vice-coordenador:

Prof. Dr. Pedro Roberto Furlani

Comissão organizadora:

Jorge Luiz Barcelos Oliveira - Professor e pesquisador do Departamento de Engenharia Rural, Universidade Federal de Santa Catarina.

Pedro Roberto Furlani - Professor do Instituto Agrônômico e do Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas.

Rosandro Boligon Minuzzi - Professor e pesquisador do Departamento de Engenharia Rural, Universidade Federal de Santa Catarina.

Iohanna Cuestas Hernández - Administradora de Empresas, Universidad Sergio Arboleda, Bogotá - Colômbia.

Gislaine Figueiredo - Engenheira de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina.

Mitsuo Shibata - Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal de Santa Catarina.

Bárbara Othero Nunes Mugnaini - Mestre em Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina.

Ranieri Biserra de Lima - Filósofo, Universidade Federal de Santa Catarina.

Fábio Ribeiro de Freitas - Engenheiro Agrônomo, Mestre em Ciências pelo programa de pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal de Santa Catarina.

Suélin Rover - Engenheira Agrônoma do LabHidro UFSC, Mestre em agroecossistemas UFSC.

Jessica Daiane Domingo – Bacharel em Engenharia de Alimentos pela UFSC.

Luciano Tartaro - Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal do Paraná, mestrando em Recursos Genéticos Vegetais na UFSC

Comissão científica (Revisores dos resumos expandidos):

Arthur Bernardes Cecílio Filho, Fernando Cesar Sala, Luciano Tártaro, Luís Fernando Moreira, Marta Simone Mendonça Freitas, Renês Pinheiro, Sérgio Ricardo Rodrigues de Medeiros, Tatiana Duarte.

Empresas expositoras:

HIDROGOOD Horticultura Moderna
GREENUP
RIJK ZWAAN Brasil Sementes
HORTICERES Sementes
AQUAFÉRTIL Fertilizantes Especiais
ZANATTA Estufas Agrícolas
YARA
RIGRANTEC
GINEGAR
COPERHF
SOLUÇÃO HIDROPONIA
DYNACS
OASIS Smithers
ISLA Sementes
SAMO Fertilizantes
HORTIVINYL
IRRIGAPLAS
HANNA Instruments
IPONIA
MAXIAÇO Estufas Agrícolas
LV PLAS Embalagens
PLASTCONE Ind. e Com. de Embalagens
SAKATA
HORTIFY
ECO ESTUFAS
AGRISTAR
HAIFA
MIZU FLORAL
OPTIONLINE
AÇOPEMA
BEJO
TSV Sementes
PORTO INSUMOS
GREEN HAS
PLENAN
FELTRIN Sementes
FEELNICE
SQM VITAS

LUMAPLASTIC Com. e Ind.
VIAHIDROPONIA
METAL PRIME Estufas Agrícolas
CP Embalagens Plásticas
AGROCULTIVO
TROPICAL ESTUFAS
KOPPERT
BM STEEL
HM CLAUSE
CONPLANT
Revista CAMPO & NEGÓCIOS

Índice
(Resumos expandidos)

Título	Pág.
• Aplicaciones de cálcio em um cultivo sin suelo de fresa	8
• Determinación de la densidade de plantación en cultivo sin suelo de fresa	13
• Optimización del volumen de substrato de plantas de fresa cultivadas em fibra de coco	17
• Efecto de micorrizas en plantas de fresas de la variedad ‘Leticia’ y ‘Palmerita’	21
• Nivel de Micorrización en plantas de fresa de las variedades ‘Fortuna’ y ‘Marisma’	27
• Benefício de microrganismos eficazes (EM) no teor de nitrogenados, macro e micronutrientes em alface hidropônica	33
• Análise da produtividade de duas cultivares de alface pelo sistema de cultivo hidropônico no município de Palmas - TO	38
• Aplicação de ferramentas de gestão da qualidade para maximização da produtividade de alface cultivada em sistema de fluxo laminar de nutrientes: Um estudo de caso no sudoeste amazônico	43
• Aplicação de extrato de <i>Kappaphycus alvarezii</i> em rúcula cultivada em sistema hidropônico	47

Obs.: Para localizar nomes de autores ou assuntos ao longo dos Anais, utilizar o recurso “Localizar” do editor ou leitor de texto.

Aplicaciones de calcio en un cultivo sin suelo de fresa.

Teresa SAAVEDRA¹, Florinda GAMA², Maribela PESTANA¹, Pedro PALENCIA^{1,3*}, Pedro José CORREIA¹

¹MED-Instituto Mediterrâneo para a Agricultura, Ambiente e Desenvolvimento & CHANGE–Instituto para as Alterações Globais e Sustentabilidade, Universidade do Algarve, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Edifício 8, *Campus* de Gambelas, 8005-139 Faro, Portugal.

²GreenCoLab - Associação Oceano Verde, Universidade do Algarve, *Campus* de Gambelas, 8005-139 Faro, Portugal.

³ Professor do Departamento de Biología de Organismos y Sistemas, Universidad de Oviedo, C/ Gonzalo Gutiérrez Quirós s/n., 33600, Mieres (Asturias) (UNIOVI), España. E-mail: palencia@uniovi.es

Resumo: Com este trabalho pretendeu-se estudar a qualidade de morangos, incluindo a firmeza e os graus Brix, depois de usar diferentes aplicações de cálcio (Ca) no ciclo cultural. Foram cultivados morangueiros (*Fragaria × ananassa* 'Antilla') em estufa, num sistema sem solo, com diferentes aportes de Ca, adicionado na forma de Ca(NO₃)₂. No tratamento testemunha apenas se adicionou o Ca da água de rega. No tratamento S, o Ca foi adicionado ao substrato e nos tratamentos FS e FQ, o Ca foi adicionado por pulverização foliar, semanalmente ou quinzenalmente, respetivamente. Foram estudados diversos parâmetros de qualidade do fruto designadamente: peso fresco, firmeza, pH, acidez titulável e °Brix. As plantas da testemunha e do tratamento S originaram os frutos com menor firmeza relativamente aos restantes tratamentos (aplicação foliar). A diminuição da firmeza dos morangos do tratamento testemunha coincidiu com um menor pH destes frutos e menor firmeza, o que consequentemente, irá reduzir o tempo de armazenamento. Acresce que o pH também tem um papel importante no sabor dos morangos. A aplicação foliar de Ca resultou em morangos com maior firmeza, independentemente do intervalo de aplicação (semanal ou quinzenal).

Palavras-chave: 'Antilla', brix, pH do sumo, firmeza do fruto, qualidade do fruto.

Resumen: En este estudio, nos propusimos examinar la calidad del fruto de la fresa, incluyendo la firmeza del fruto y los grados Brix, después de incorporar calcio (Ca) al cultivo de distintas formas. Las fresas (*Fragaria × ananassa* 'Antilla') cultivadas en un sistema sin suelo dentro del invernadero fueron sometidas a distintas formas de aporte de Ca, añadido en forma de Ca(NO₃)₂. El control sólo añade el Ca que contiene el agua de riego. El tratamiento S agrega el Ca al sustrato, los tratamientos FS y FQ aportan el Ca mediante pulverización foliar, semanal o quincenalmente. Se investigó el peso fresco, firmeza, pH, acidez titulable y °Brix de la fruta, entre otras determinaciones. La fruta más blanda se generó en el control con relación al resto de los tratamientos. La reducción de la firmeza de la fruta en el control coincide con el menor valor medio de pH, lo que puede provocar un ablandamiento de la fruta y un deterioro durante el almacenamiento. Además, el pH también juega un papel importante en el sabor de la fresa. La aplicación foliar de Ca mostró fresas con mayor firmeza, independientemente del intervalo de aplicación (semanal o quincenal).

Palabras clave: 'Antilla', calidad de fruto, pH, firmeza, brix.

Introducción

La fresa (*Fragaria × ananassa* Duch.) es uno de los frutos de los bosques más consumidos y un importante cultivo en España y en todo el mundo (FAOSTAT, 2021). La importancia económica de las fresas es cada vez mayor, por lo que es fundamental avanzar en las técnicas de producción para la obtención de mayor cantidad y mejorar la calidad de frutos

para maximizar la satisfacción del consumidor (Brendon y Ioannis, 2022). Con el fin de cumplir con los criterios de producción sostenible de frutas, las técnicas agrícolas pueden mejorarse mediante la aplicación de los mejores fertilizantes disponibles (Pešaković et al., 2013). El uso intensivo de fertilizantes químicos es un problema emergente a nivel mundial, principalmente debido a su potencial de contaminación de los agroecosistemas (Trevizan et al., 2021). El calcio es un elemento esencial en la formación y estabilidad de las paredes celulares y en la funcionalidad de las membranas y está directamente implicado en la maduración del fruto. En los árboles frutales, el calcio se utiliza a menudo para mejorar la calidad de la fruta, pero los resultados son a menudo contradictorios. En la fresa se sabe que las aplicaciones de calcio antes y después de la cosecha son efectivas, pero las aplicaciones de pulverizaciones foliares en un sistema de cultivo sin suelo no son ampliamente conocidas. El objetivo principal de la investigación es optimizar y mejorar el cultivo sin suelo de fresa en el cultivar 'Antilla', mediante la optimización de la forma de aporte del calcio y mejorando los aportes del elemento con la finalidad de conseguir una mayor producción, así como un producto de mayor calidad organoléptica y un mejor comportamiento postcosecha de la fruta.

Material y Métodos

La investigación fue realizada, durante siete meses, desde octubre hasta mayo, en un invernadero de polietileno de 160 m² ubicado en el campus de Gambelas de la Universidad del Algarve, Faro, Portugal (37°02' Latitud N, 7°58' Longitud O y 24 m sobre el nivel del mar) en condiciones de luz y temperatura natural. El trabajo se llevó a cabo en un sistema abierto de cultivo sin suelo con sacos de polietileno negros (100 cm × 18 cm × 3 cm) rellenos de fibra de coco (Hubel verde, Faro-Portugal) con riego por goteo. Las bolsas de polietileno se apoyaron en estructuras de acero coarrugado a 1,5 m de altura (Figura 1) y se regaron con un sistema consistente en una pica con microtubo conectado a un gotero de 2 L hora⁻¹, cada saco tenía pinchado 2 picas proveniente de dos goteros, por lo que aportaban a cada bolsa 4 L h⁻¹. Se utilizaron 96 plantas de fresa (*Fragaria × ananassa* Duch.) de día corto del cultivar 'Antilla' proveniente de viveros a raíz desnuda que se trasplantaron durante el mes de octubre en los sacos, previamente hidratados. La nutrición y el riego de las plantas fueron aplicados mediante un sistema de fertirrigación automatizado. Los abonos utilizados para la preparación de la solución nutritiva fueron 20:15:15 con micronutrientes, sulfato de magnesio, ácido nítrico y sin Ca añadido. Los tratamientos comenzaron a las doce semanas desde el trasplante y consistieron en distintas formas de aplicar el Ca, suministrado como Ca(NO₃)₂: (C) corresponde al control y es la aportada por el agua de riego con una concentración de Ca (2 mM), (S) Ca aplicado cada 15 días a la fibra de coco con un aporte de 5 mM, (FS) Ca (5mM) aplicado semanalmente mediante pulverización foliar, (FQ) Ca (5mM) aplicado quincenalmente mediante pulverización foliar.



Figura 1 – Vista general del invernadero y las estructuras soportando los sacos de fibra de coco.

El peso medio del fruto (g fruto^{-1}) se determinó semanalmente durante el ciclo de cultivo. En cada fecha de muestreo, todos los frutos de cada planta y de cada tratamiento se recolectaron para la evaluación de la calidad. Después de la cosecha, se separaron cinco frutos homogéneos de cada tratamiento para determinar la calidad de la fruta que se evaluó 15 veces durante el ciclo de cultivo, mediante distintas determinaciones como; el peso del fruto (g), firmeza, pH, acidez titulable (AT). Los °Brix que miden la cantidad de sólidos solubles (TSS) presentes en la pulpa, expresado en porcentaje de azúcar, se determinó mediante un refractómetro digital PR101 automático compensado por temperatura (Atago Palette PR101). La AT, expresada como g de ácido cítrico 100 g^{-1} en peso fresco, se midió en cada tratamiento titulando 10 g de pulpa más 10 ml de H_2O con $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ NaOH hasta un pH de 8,1. La firmeza se evaluó en una submuestra de 3-4 frutos de cada tratamiento utilizando un penetrómetro portátil, y los resultados se expresaron en g cm^{-2} . Las 15 tomas de datos corresponden a las fechas 7, 15, 20, 23, 27 y 29 de marzo, 4, 10, 12, 17, 19, 24 de abril y 3, 8, 15 de mayo. El diseño experimental fue un bloque completo al azar (4 tratamientos x 3 repeticiones). Las repeticiones consistieron en una bolsa de polietileno con 8 plantas. Los efectos de los tratamientos sobre los parámetros de calidad se evaluaron mediante análisis de la varianza, utilizando el software SPSS versión 27 (SPSS; IBM, Chicago, IL, Estados Unidos). Las variables analizadas fueron: peso de la fruta, firmeza, pH, AT y TSS (°Brix).

Resultados y Discusión

El valor medio del peso del fruto para las 15 determinaciones realizadas durante el ciclo del cultivo no mostró diferencias significativas entre los tratamientos. Las plantas pulverizadas semanalmente con Ca produjeron frutos con mayor tamaño medio, el tratamiento FS produjo los mayores frutos con un valor medio de 37 g por fruto. Los valores fueron iguales para los tratamientos S y FQ con 35,6 g por fruto (Tabla 1). Correia et al (2011) reportaron resultados similares mostrando que no se detectaron diferencias significativas en el rendimiento de plantas de fresas con cuatro aportes distintos de Ca, y que las distintas concentraciones de Ca no tuvieron efecto significativo sobre la producción.

La firmeza difirió entre los tratamientos. Los resultados fueron similares para la aplicación foliar del Ca en los tratamientos FS y FQ, con valores medios de 6,8 y 7, respectivamente. Los frutos de los tratamientos C y S fueron los más blandos durante el ciclo

de cultivo, característica que según Mitchell et al. (1996), los hace más sensibles y aptos a daños durante el envasado, transporte y comercialización; mayor susceptibilidad al ataque de patógenos y menor capacidad de conservación del fruto, perdiendo calidad (Paraskevopoulou y Vassilakakis, 1995). Los frutos del tratamiento FQ fueron los de mayor firmeza media (Tabla 1). El pH también juega un papel importante en la calidad sensorial de los cultivares de fresa, ya que la percepción de dulzura aumenta con el pH (Gunness et al., 2009). Los valores medios de pH obtenidos en el control (3,5) fue inferior a los obtenidos en el resto de los tratamientos: S, FS y FQ (3,6) (Tabla 1). Tampoco existieron diferencias significativas en los valores medios de AT para los tratamientos; no obstante, el control (C) aportó el mayor valor medio con 0,18 y el resto de los tratamientos: S, FS y FQ un valor de 0,17 (Tabla 1). Las variaciones en los valores de AT han sido correlacionadas con la firmeza del fruto de fresa (Ornelas et al., 2013).

Tabla 1 – Valores medio de la fruta de fresa cosechada en la variedad ‘Antilla’ con cuatro formas de aportes de Ca. Medias con letras diferentes dentro de una fila son diferentes (Tukey-Kramer prueba de separación de medias, $P < 0,05$).

Tratamientos	Fruto(g)	Firmeza (g cm^{-2})	pH	AT	$^{\circ}\text{Brix}$	$^{\circ}\text{Brix}\cdot\text{AT}^{-1}$
C	36,4	5,7 b	3,5	0,18	8,3	46.1
S	35,6	6,0 b	3,6	0,17	8,6	50.6
FS	37,0	6,8 a	3,6	0,17	8,6	50.6
FQ	35,6	7,0 a	3,6	0,17	8,2	48.2

C = control; S = sustrato; FS = foliar semanal; FQ = foliar quincenal.

Montero et al. (1996) indicaron que el mayor contenido de Sólidos Solubles Totales (TSS) en frutos les confiere una mayor calidad. Durante el ciclo de cultivo los resultados medios obtenidos indican que los grados $^{\circ}\text{Brix}$ no se vio afectado por los tratamientos, siendo mayores los valores medios de los $^{\circ}\text{Brix}$ para los tratamientos S y FS con 8,6 y menor para el C y FQ con valores de 8,3 y 8,2, respectivamente. Perkins (1995) observó que los azúcares son los principales compuestos solubles en los frutos de fresa; la fructosa, glucosa y sacarosa son los que se encuentran en mayor cantidad y determinan los grados Brix (Hidekazu, 2002). El equilibrio entre el azúcar y los ácidos en la fruta de la fresa se ha definido como un factor importante que contribuye al sabor, la aceptabilidad y la madurez de la fruta; en general, una mayor relación entre azúcares y ácidos hará que la fruta sea más apreciada por los consumidores (Palencia et al., 2016). El contenido de TSS en los frutos de los diferentes tratamientos fue variable durante los quince muestreos realizados (datos no mostrados), resultados que pudieron ser influenciados por la época de cosecha (Hakala, Huopalahti y Lapveteläinen, 2002). La relación $\text{Brix}\cdot\text{AT}^{-1}$ fue igual para los frutos de los tratamientos S y FS, con un valor medio de 50,6 característica que les confiere mayor calidad para su consumo en fresco, debido a que la relación $\text{Brix}\cdot\text{AT}^{-1}$ es usado para determinar el beneplácito de la fruta por el consumidor. Los frutos del tratamiento control (C) fueron los que obtuvieron la menor relación $\text{Brix}\cdot\text{AT}^{-1}$.

Conclusiones

Este estudio exploró la productividad y los aspectos de la calidad de la fruta de fresa en la variedad ‘Antilla’ en un cultivo sin suelo abierto con cuatro formas de aportar Ca apropiados para distintas situaciones. Encontramos que la productividad y los aspectos de la calidad de la fruta varía en algunos aspectos, como la firmeza; no obstante, no existen diferencias en el peso de los frutos, pH, acidez titulable o los sólidos solubles totales de la fruta. Las frutas provenientes de plantas con aportes extra de Ca tuvieron mayor firmeza y pH, por lo que generaron frutas más dulces y resistentes al transporte, comercialización y

almacenamiento. La aplicación foliar semanal de Ca generó las frutas de mayor calidad, no obstante, las aplicaciones quincenales suelen ser satisfactorias para obtener buenos resultados.

Agradecimientos

Esta comunicación ha sido posible gracias a la ayuda para la recualificación del sistema universitario español en 2021-2023, financiado por el Ministerio de Universidades de España a través de la ‘Unión Europea-NextGenerationEU’ mediante el ‘Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia’.

Literatura citada

- BRENDON, M.A.; IOANNIS S.M. Redefining the impact of preharvest factors on peach fruit quality development and metabolism: A review. **Scientia Horticulturae**, v. 297, n. 110919, p. 1-8, 2022.
- CORREIA, P.J. et al. Relationships between strawberry fruit quality attributes and crop load. **Scientia Horticulturae**, v. 130, n 2, p. 398-403, 2011.
- FAOSTAT. 2021. Statistical Data. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponible en: < <https://www.fao.org/faostat/en/#data> >. Acceso el: 28 jun. 2022.
- GUNNESS, P. et al. Análisis sensorial de fruta de fresa individual y comparación con análisis instrumental. **Biología y Tecnología Postcosecha**, v. 52, p. 164–172, 2009.
- HAKALA, M.R.; HUOPALAHTI, T.R.; LAPVETELÄINEN, A. Quality factors of finnish strawberries. **Acta Horticulturae**, v. 567, p. 727–729, 2002.
- HIDEKAZU, I. Potential on near infrared spectroscopy for nondestructive determination of °Brix in strawberries. **Acta Horticulturae**, v. 567, p. 751-754, 2002.
- MITCHELL, F.G. et al. Handling strawberries for fresh market. Oakland, CA: Univ. Calif. **Agr. Nat. Resources**, Special Publ. v. 2442, p. 14, 1996.
- MONTERO, T.M. et al. Quality attributes of strawberry during ripening. **Scientia Horticulturae**, v. 65, p. 239-250, 1996.
- ORNELAS, P.J.J. et al. Physical attributes and chemical composition of organic strawberry fruit (*Fragaria x ananassa* Duch. cv. Albion) at six stages of ripening. **Food chemistry**, v.138, p. 372-381, 2013.
- PALENCIA, P. et al. Investigating the effect of different soilless substrates on strawberry productivity and fruit composition. **Scientia Horticulturae**, v. 203, p. 12-19, 2016.
- PARASKEVOPOULOU, P.G.; VASSILAKAKIS, C.D.M. Effects of temperature, duration of cold storage and package on postharvest quality of strawberry fruit. **Acta Horticulturae**, v. 379, p. 337–344, 1995.
- PERKINS, V. P. Growth and ripening of strawberry fruit. **Horticultural Reviews**, v. 17, p. 267-297, 1995.
- PEŠAKOVIĆ, M. et al. Biofertilizer affecting yield related characteristics of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) and soil micro-organisms. **Scientia Horticulturae**, v. 150, p. 238-243, 2013.
- TREVIZAN, J.L. et al. Morpho-horticultural performance of strawberry cultivated on substrate with arbuscular mycorrhizal fungi and biochar. **Scientia Horticulturae**, v. 282, p. 1-8, 2021.

Determinación de la densidad de plantación en cultivo sin suelo de fresa

M. Calvino PALOMBINI¹; Pedro PALENCIA²

¹ Departamento de pesquisas da empresa Resíduo Zero Agro, Rua Libório Rodrigues, 34, centro, Vacaria (Rio Grande do Sul), Brasil y e-mail: vermelhonatural@hotmail.com

² Departamento de Biología de Organismos y Sistemas, Universidad de Oviedo, Mieres, 33600 Asturias.

Resumen: En este estudio se evaluó el efecto del sustrato durante una campaña sobre la fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) cv. 'Albion'. El estudio fue diseñado aleatoriamente en bloques con tres repeticiones en sacos rellenos de fibra de coco con cuatro plantas de fresa. Los tratamientos se distribuyeron completamente al azar. Los parámetros morfológicos evaluados fueron el diámetro de las plantas, el número de estolones y las coronas. Los resultados muestran que las plantas de mayor calidad fueron las de los tratamientos con 20 cm x 30 cm de distancia entre plantas, debido a un mayor número de coronas y diámetro de las plantas. Aunque las plantas en el tratamiento con 20 cm x 25 cm de distancia entre plantas dieron el mayor peso de los frutos.

Palabras clave: 'Albión', productividad, sostenibilidad, bioeconomía, estolones.

Abstract: In this study we assessed the effect of the substrate during one crop years on the strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) cv. 'Albion'. The study was randomly designed in blocks with four replications in bags of four strawberry plants. Treatments were completely randomly distributed. The morphological parameters evaluated were plants diameter, number of stolons and crowns. Results show that the highest quality plants were those on treatments with 20 cm x 30 cm distance between plants, due to a higher number of crowns and plants diameter. Although plants on treatment with 20 cm x 25 cm distance between plants yielded the highest fruit weight.

Keywords: 'Albión', productivity, sustainability, bioeconomy, sprigs.

Introducción

La fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) es una planta herbácea y acaulescente muy importante por la apreciación de sus frutos a nivel mundial, con un alto valor económico y nutricional (CORREIA et al., 2011). La separación entre plantas puede considerarse una optimización valiosa en las plantas de fresa para limitar la pérdida de N y mejorar el rendimiento y la calidad fruto de la fresa en la región de Rio Grande do Sul (sur de Brasil). Se pretende con este trabajo optimizar las densidades de plantación en el cultivo de la fresa para un mejor aprovechamiento del espacio y reducir, si fuera posible, la utilización de la fibra de coco en el cultivo sin suelo de fresas.

Material y métodos

El trabajo se realizó, desde junio de 2019 hasta junio de 2020, en un invernadero de la empresa Residuo Zero Agrícola en la ciudad de Vacaria (Latitud 28° 23' 38" S, Longitud 50° 51' 19" W y 970 m de altitud), localizada en la región de Campos de Cima da Serra en Rio Grande do Sul (RS), en el sur de Brasil, bajo condiciones naturales de temperatura y luz. El

clima de la región es subtropical húmedo Cfb de acuerdo con la clasificación de Köppen, que se caracteriza por temperaturas suaves y lluvias con poca variación a lo largo del año, sin estación seca, y la temperatura media del mes más caluroso no llega a los 22°C. La precipitación media anual es de 1.100 mm a 2.000 mm, distribuida uniformemente a lo largo del año. La zona presenta heladas severas y frecuentes, en un período promedio de ocurrencia de 10 a 25 días anuales. La temperatura promedio del mes más caluroso del año (enero) es de 28°C y la temperatura promedio del mes más frío (julio) es de -4,2°C. La insolación anual es de aproximadamente 2.500 h. El promedio de las temperaturas mínimas y máximas bajo el invernadero fue de 10,77°C y 28,40°C. El promedio de la humedad relativa mínima y máxima fue de 48,58 % y 95,90. Las plantas de fresa de día neutro cv. 'Albion' se cultivaron en bolsas de fibra de coco, cada bolsa contenía 4 plantas de fresa con dos hileras de plantas separadas por 20 cm. El experimento se realizó en un diseño de bloques al azar con tres separaciones E1 (20 cm), E2 (25 cm) y E3 (30 cm), obteniendo densidades de plantas de 10,81 plantas m², 8,65 plantas m² y 7,21 plantas m², respectivamente, con tres repeticiones por tratamiento y la unidad experimental compuesta por cuatro plantas por cada bloque. Las bolsas de polietileno rellenas de fibra de coco se colocaron sobre estructuras de soporte de madera a una altura de 80 cm y se regaron con un sistema de riego por goteo consistente en un gotero por cada cuatro plantas, aportando cada gotero 2 L h⁻¹. El sistema de riego era automático por lo que, cuando las condiciones ambientales eran de alta temperatura y baja humedad relativa, se realizaban más pulsos de riego. Las plantas de fresa Tray plant de origen nacional con el mismo sistema radicular y diámetro de corona, producidas en la zona de estudio, se trasplantaron el 29 de junio de 2019 (semana 0), siendo el 31 de mayo de 2020 la fecha de la última cosecha y, por tanto, la finalización del cultivo. Por lo que la duración del ciclo de cultivo fue de 52 semanas. La solución nutritiva para todos los tratamientos realizados fue la siguiente en mmol l⁻¹: 0,91 N-NO₃; 0,22 N-NH₄; 0,59 P-H₂PO₄⁻; 2,90 K-K₂O; 1,85 Ca; 1,03 Mg; 2,18 S-SO₄²⁻, en μmol l⁻¹: 65 Fe; 73; 130 B; Mn; 28 Cu, 27 Zn; 16 Mo. Las plagas y enfermedades fueron controladas sin la utilización de productos químicos.

Se estableció un diseño de bloques completamente al azar con un factor separación (E) y tres repeticiones. El número de plantas analizadas por tratamiento de E fue de 12 (4 plantas por repetición), es decir, se utilizaron un total de 36 plantas. Los efectos de los tratamientos de separación (E1, E2 y E3) sobre el peso de los frutos, número de estolones, coronas, diámetro de las plantas y la composición del nitrógeno foliar y clorofila se evaluaron mediante análisis de varianza (ANOVA). Los valores medios se compararon mediante la prueba de Tukey, al 5% de nivel de significancia para determinar los efectos de la distancia entre plantas sobre el número de estolones y coronas, diámetro de la planta, contenido en nitrógeno, contenido en clorofila A, B y total, así como el peso medio de la fruta. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software SPSS versión 27.0 (SPSS, IBM, Chicago, IL, EE. UU.).

Los frutos maduros de cada tratamiento se cosecharon durante todo el período experimental. Las fresas se clasificaron por tamaño y color externo, y se eliminó el material dañado. El rendimiento medio de frutos (g fruta⁻¹) comercializables entre el 1 de septiembre y el 3 de junio se registró semanalmente coincidiendo con el período de cosecha.

Resultados y discusión

Los diferentes tratamientos, es decir, la separación entre plantas en el saco de coco mostró diferencias significativas en el número de coronas y el diámetro de plantas, sin embargo, no afectaron al número de estolones (Tabla 1). La distancia entre planta tuvo influencia sobre el número de coronas por plantas, alcanzándose los valores más elevados en la separación E1 (20 cm) y E3 (30 cm) con 2,11 y 2,166 coronas por plantas, respectivamente, en comparación a E2 (25 cm) con 1,969 coronas por plantas, sin embargo estas diferencias desaparecen cuando los valores están relacionados con el número de estolones, aunque las

separaciones E2 y E3 obtienen los mismos valores con 0,062 estolones por plantas y E1 muestra una cifra, ligeramente superior de 0,078 estolones por planta.

En relación con la determinación del nitrógeno en hojas, la separación entre plantas no afectó al nitrógeno foliar, aunque E2 presentó el mayor valor con 4,103 mg 100 g⁻¹, muy cercano a la separación E3 con un valor ligeramente inferior al anterior de 4,102 mg 100 g⁻¹ (Tabla 2). Tampoco existieron diferencias significativas para la clorofila A, B ni para la clorofila total, aunque los mayores valores se obtuvieron en el tratamiento E2 (25 cm) con 12,771 de clorofila B y 46,381 para la clorofila total, siendo el mayor valor de la clorofila A para el tratamiento E3 (30 cm) con 33,687 y muy cercano al tratamiento E2 cuyo valor es 33,610 (Tabla 2).

En cuanto al peso de los frutos de fresa, existe un efecto de la separación de plantas solo sobre el peso promedio de los frutos de mayor tamaño. La separación de plantas influyó en la masa fresca de frutos de mayor tamaño (frutos mayores a 10 gramos), alcanzando los valores más altos con las separaciones E2 y E3 con relación al testigo, E1; aunque esta se comportó como la separación E3, que obtuvo un peso promedio de los frutos más grandes de 14,487 g fruto⁻¹ y el menor valor lo dieron las plantas testigo con 13,383 g fruto⁻¹, el mayor valor promedio lo obtuvieron las plantas con tratamiento E2 con 15,298 g fruto⁻¹. El peso total de los frutos más grandes aumentó con la separación entre las plantas. Los valores medios de los frutos de fresa más pequeños (fruto igual y menor de 10 gramos) no presentaron diferencias significativas, aunque el mayor valor medio lo generaron las plantas de tratamiento E2 con 4,154 g fruto⁻¹, el menor peso medio lo presentaron las plantas control E1 (20 cm) con 3,546 g fruto⁻¹ (Tabla 3).

Tabla 1. Característica de la planta de fresas: diámetro de la planta, número de estolones y coronas

Factor Experimental	Número Estolones	Número de coronas	Diámetro Plantas (cm)
Separación (E)			
E1 (control)	0.078 ± 0.20	2.110 ± 0.89 a	20.196 ± 5.78 b
E2	0.062 ± 0.18	1.969 ± 0.76 b	20.127 ± 4.39 b
E3	0.062 ± 0.16	2.166 ± 0.68 a	21.110 ± 6.00 a
Significación	NS	**	*

Tabla 2. Niveles de nitrógeno y contenidos en clorofila

Factor Experimental	Nitrogeno Foliar (mg 100 g ⁻¹)	Clorofila B ¹ (mg 100 g ⁻¹)	Clorofila A ² (mg 100g ⁻¹)	Clorofila Total (mg 100 g-1)
Separación (E)				
E1 (control)	4.047 ± 0.80	12.585 ± 5.29	33.380 ± 6.34	45.965 ± 5.98
E2	4.103 ± 0.77	12.771 ± 5.15	33.610 ± 6.30	46.381 ± 5.71
E3	4.102 ± 0.75	12.690 ± 5.22	33.687 ± 6.23	46.377 ± 5.56
Significación	NS	NS	NS	NS

Tabla 3.Característica de la fruta: Pesos semanales de frutos.

Factor experimental	Peso medio de frutos superior a 10 gramos.	Peso medio fruto igual y menor de 10 gramos.
Separación (E)		
E1 (control)	13.383 ± 8.20 b	3.546 ± 5.49
E2	15.298 ± 7.61 a	4.154 ± 4.91
E3	14.487± 8.32 ab	3.704 ± 4.66
Significación	**	NS

Conclusiones

Nosotros podemos concluir que la densidad de plantación en fibra de coco afecta al número de coronas por planta y al diámetro de la planta, así como al peso medio de los frutos de clase extra. Consideramos que la densidad más adecuada es de 8,65 plantas m⁻² para obtener un mayor peso medio de frutas del cv. ‘Albión’.

Bibliografía

CORREIA, P.; PESTANA, M.; MARTÍNEZ, F.; RIBEIRO, E.; GAMA, F., SAAVEDRA, T.; PALENCIA, P. 2011. Relationships between strawberry fruit quality attributes and crop load. *Scientia Horticulturae*.130. 10.1016/j.scienta.2011.06.039.

Optimización del volumen de sustrato de plantas de fresa cultivadas en fibra de coco

M. Calvino PALOMBINI¹, Pedro PALENCIA²

¹ Departamento de Pesquisa da Empresa Resíduo Zero agro, Rua Libório Rodrigues, 34, centro, Vacaria (Rio Grande do Sul), Brasil. Email: vermelhonatural@hotmail.com

² Universidad de Oviedo, Departamento de Biología de Organismos y Sistemas, 33600, Mieres, Asturias

Resumen: En este estudio, evaluamos el efecto del volumen de sustrato en diferentes espaciamientos entre plantas durante una fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) cv. 'Albión'. El estudio fue aleatorizado en bloques con tres repeticiones en bolsas llenas de fibra de coco con cuatro plantas de fresa. Los tratamientos se distribuyeron completamente al azar. Los parámetros morfológicos evaluados fueron la producción por área y planta de frutos superiores a 10 gramos. Los resultados muestran que en espaciamiento entre plantas de 20 cm el mejor resultado fue 3 litros de sustrato por planta y con espaciamiento entre plantas de 15 cm el mejor resultado fue 4,2 litros de sustrato por planta.

Palabras claves: 'Albion', volumen, producción, tecnificación.

Abstract: In this study, we evaluated the effect of substrate volume at different spacings between plants during a strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) cv. 'Albion'. The study was randomized in blocks with three replications in bags filled with coconut fiber with four strawberry plants. The treatments were distributed completely randomly. The morphological parameters evaluated were the production per area and plant of fruits above 10 grams. The results show that in spacing between plants of 20 cm, the best result was 3 liters of substrate per plant and with spacing between plants of 15 cm, the best result was 4.2 liters of substrate per plant.

Keywords: 'Albion', volume, production, technification.

Introducción

La zona sur de Brasil obtiene unos rendimientos de 80 toneladas por hectárea en sistemas de producción fuera del suelo, sistemas comúnmente encontrados en el estado de Rio Grande do Sul. Esta forma de producción representa el 85% del área plantada en las regiones más tecnificadas de Brasil (PÉREZ et al., 2005). El propósito de esta investigación fue evaluar el efecto de varios volúmenes de sustrato en el cultivo sin suelo de fresa, considerando distintas separaciones entre plantas cultivadas en bolsas rellenas de fibra de coco, determinando el efecto sobre la producción y la calidad en fresas.

Material y métodos

El trabajo se realizó, de junio de 2019 a junio de 2020 y julio de 2020 y abril de 2021, en un invernadero de la empresa Resíduo Zero agro, ciudad de Vacaria (Latitud 28° 23' 38" S, Longitud 50° 51' 19" O y 970 m de altitud), ubicado en la región de Campos de Cima da Serra, rio Grande do Sul (RS), en el sur de Brasil, en condiciones naturales de temperatura y luz. El clima de la región es subtropical húmedo Cfb según la clasificación de Köppen, que se caracteriza por temperaturas suaves y lluvias con poca variación a lo largo del año, sin estación seca y la temperatura media del mes más caluroso no alcanza los 29°C. La precipitación media anual es de 1.100 mm a 2.000 mm, distribuido uniformemente a lo largo del año. La zona presenta heladas severas y frecuentes, en un periodo medio de ocurrencia de

10 a 25 días al año. La temperatura media del mes más caluroso del año (enero) es de 28° C y la temperatura media del mes más frío (julio) es de -4.2 °C.

En los años 2019 a 2022, las plantas de fresa de día neutro cv. 'albion' se cultivaron en bolsas de fibra de coco, cada bolsa contenía 4 plantas de fresa. Las bolsas de 10 cm de alto, 25 cm de ancho y 25 cm de largo para volumen de sustrato por planta de 2.0 litros, 12 cm de alto, 25 cm de ancho y 30 cm de largo para volumen de sustrato por planta de 2.5 litros, 25 cm de ancho y 35 cm de largo para volumen de sustrato por planta de 3.0 litros.

En los años 2020 a 2021, las plantas de fresa de día neutro cv. 'albion' se cultivaron en bolsas de fibra de coco y cada bolsa contenía 12 plantas de fresa, que representan 3 réplicas con 4 plantas. Las bolsas con el espaciado entre plantas de 15 cm, tenían las dimensiones de ancho y 25 cm y longitud de 90 cm, la altura variaba según el volumen de sustrato por planta, volúmenes de 2.1; 2.4 y 4.2 tenían una altura de 14, 18 y 22 cm, respectivamente. Las bolsas con el espaciado entre plantas de 20 cm, tenían las dimensiones de ancho y 25 cm y longitud de 110 cm, la altura variaba según el volumen de sustrato por planta, volúmenes de 2,4; 2,8; 3,2; 3,6 y 4,2 tenían una altura de 12, 14, 16, 18 y 22 cm, respectivamente.

Las bolsas se llenaron con fibra de coco y presentaban una retención de agua fácilmente disponible del 11%, aireación del 49% y pH de 6.5. La concentración de Na estuvo dentro de los niveles recomendados. Las bolsas de polietileno rellenas de fibra de coco se colocaron en un soporte de madera a 80 cm de altura y se regaron con un sistema de riego por goteo con un gotero de 2 L h⁻¹ por bolsa. El sistema de riego era automático por lo que, cuando las condiciones ambientales eran de alta temperatura y baja humedad relativa del aire, se incrementaba el tiempo total de riego, modificando el tiempo y el intervalo de riego. La plantación se realizó el 29 de junio de 2019 y el 5 de julio de 2020. El ciclo de cultivo fue de 48 semanas en 2019 y 42 semanas en 2020, se recolectaron frutos maduros de las plantas seleccionadas que pesaran más de 10 gramos para su análisis.

La solución nutritiva para todos los tratamientos fue la siguiente en mmol L⁻¹: 0,91 N-NO₃; 0,22 N-NH₄; 0,59 P-H₂PO₄⁻; 2,90 K-K₂O; 1,85 Ca; 1,03 Mg; 2,18 S-SO₄²⁻, en μmol l⁻¹: 65 Fe; 73; 130 B; Mn; 28 Cu, 27 Zn; 16 Mo.

Los frutos maduros de cada tratamiento se cosecharon a lo largo del período experimental. Los frutos se clasificaron por tamaño y calidad, se eliminó el material dañado. La fruta se trasladó al laboratorio en una nevera. La recolección de frutas se prolongó desde el 15 de septiembre de 2019 y el 31 de mayo de 2020 y el 20 de septiembre de 2020 hasta el 18 de abril de 2021, registrada semanalmente. Las fresas se clasificaron como clase extra (es decir, de buena calidad con color y peso superior a 10 gramos). Se permitió un pequeño porcentaje de pequeños defectos, siempre y cuando no influyeran en la apariencia general del producto o en la calidad. Los frutos estaban prácticamente libres de suciedad. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando dos análisis de modelos de varianza implementados en la versión 27.0 del software SPSS (SPSS, IBM, Chicago, IL).

Resultados y discusión

Para el ensayo de 2019 a 2020: los resultados de producción por planta y la productividad por área fueron aumentando en la separación de 20 cm, mostrando el mejor resultado con una cantidad de sustrato por planta de 3.0 litros (Fig 1).

La separación de 25 cm y 2 litros de sustrato por planta mostró falta de vigor en las plantas y, en el caso de 3 litros de sustrato por planta se obtuvo un exceso de vigor en las plantas (datos no mostrados). La mejor productividad por planta y por superficie se obtuvo con la cantidad de 2,5 litros de sustrato por planta.

La separación de 30 cm y los volúmenes de sustrato de 2 y 2,5 litros generaron bajos valores de productividad por planta y un rendimiento bajo, solo se obtuvieron altos

rendimientos por planta con volumen de sustrato de 3 litros por planta, pero en esaseparación, la productividad por área fue baja (Fig. 1).

Para el experimento de 2020 a 2021: los resultados de producción por planta y la productividad por área fueron aumentando en la separación de 20 cm, mostrando el mejor resultado con una cantidad de sustrato por planta de 2,8 litros (Fig 2). La separación entre plantas de 15 cm, con 2,1 litros por planta mostró falta de vigor de la planta y productividad baja por planta y superficie; sin embargo, entre 2,4 y 4,2 litros por planta, hubo un aumento en la producción por planta y por área, y el mejor resultado de productividad por planta y área se obtuvo con 4,2 litros de sustrato por planta (Fig 2).

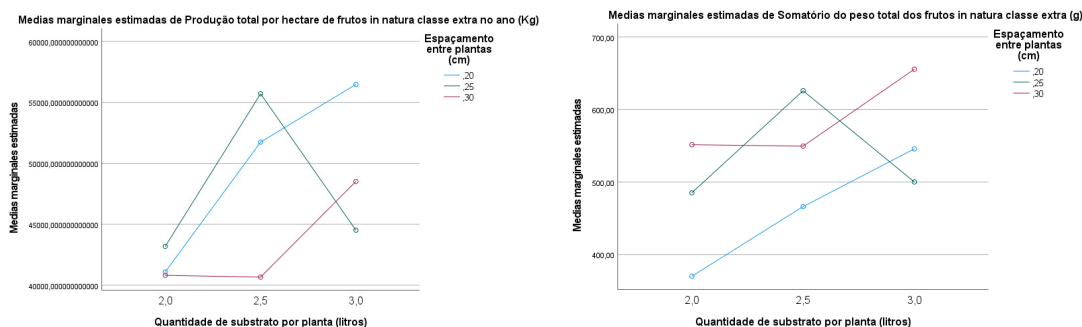


Fig 1. Producción kg ha⁻¹ (izquierda) y Medias marginales estimadas del peso total de los frutos de clase extra (g) (derecha) en el 2020.

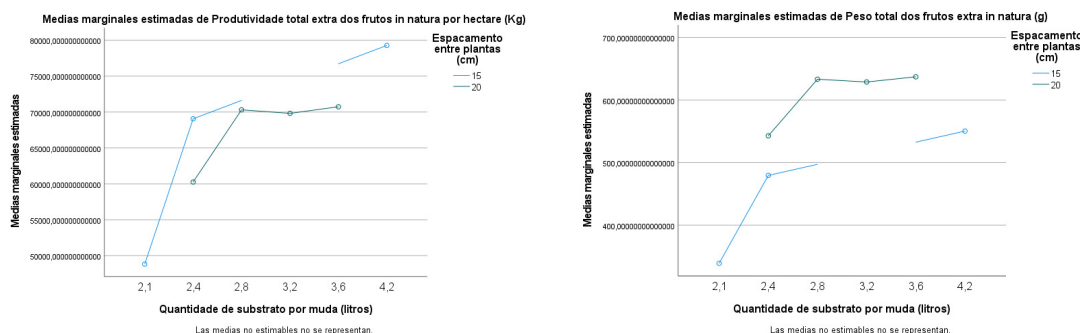


Fig 2. Producción kg ha⁻¹ (izquierda) y Medias marginales estimadas del peso total de los frutos de clase extra (g) (derecha) en el 2021.

Conclusiones

Las plantas separadas 30 cm no generaron resultados satisfactorios de productividad por superficie en la cantidad de sustrato por planta ensayada, sin embargo, obtuvo el mejor resultado de rendimiento por planta y área.

La separación de 25 cm obtuvo el mejor resultado para 2,5 litros de sustrato por planta y demostró ser el más equilibrado en la productividad por planta y área de todas las evaluaciones, sin embargo, mostró una reducción de la productividad por planta y área con cambios en la cantidad de sustrato por planta.

La cantidad de sustrato por planta con el mejor resultado fue de 3.0 litros para la separación de 20 cm, con el aumento de sustrato por planta no se alteró significativamente la productividad por planta y por área.

Con la separación más densa de 15 cm, la productividad por planta aumentó proporcionalmente en relación con la cantidad de sustrato por planta, y el mejor resultado experimentado fue el de 4,2 litros por planta, esta separación por planta obtuvo el mejor resultado de productividad por área en todas las evaluaciones.

La cantidad de 2 litros de sustrato por planta demostró ser insatisfactoria en cualquier separación de planta probada.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al CEO del Grupo Rizzotto, Miguel Rizzotto, el apoyo recibido al poner a disposición de la investigación el laboratorio de sus empresas.

BIBLIOGRAFÍA

Pérez de Camacaro, M., Carew, J. y Battey, N. Efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento vegetativo y reproductivo de la fresa CV. Elsanta. **Bioagro**, v.17, n.1, 11-15, 2005.

Efecto de micorrizas en plantas de fresas de la variedad 'Leticia' y 'Palmerita'

Pedro PALENCIA¹, Fátima MARTÍNEZ², Carlos M. WEILAND², Fernando BASTIDA²

¹Professor do Departamento de Biología de Organismos y Sistemas (UNIOVI) Universidad de Oviedo, C/ Gonzalo Gutiérrez Quirós s/n., 33600, Mieres (Asturias) España. E-mail: palencia@uniovi.es.

² Professor do Departamento de Ciencias Agroforestales (UHU) E.T.S.I. Universidad de Huelva, Avenida de las Fuerzas Armadas S/N, 21007, Huelva. España.

Resumo: O objectivo desta investigación era determinar o efecto dos fungos micorrízicos na produtividade do morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) e na qualidade dos frutos de dúas cultivares de morango ('Leticia' e 'Palmeritas'). O ensaio foi realizado durante o ano agrícola de 2020/2021 no municipio de Lepe, provincia de Huelva (España). As rizosferas das plantas de morangueiro foram inoculadas quincenalmente con un produto comercial (MYC Plus®), formulado con *Bacillus velezensis* 1x10⁹ CFU/g + *Glomus intraradices* 3330 esporos/g fungos endomicorrízicos arbusculares a uma concentración de 1 g/L. Os parámetros vegetativos das plantas foram medidos por actividade fotossintética (SPAD). Os frutos maduros foram colhidos e o peso, o teor total de sólidos solúveis (°Brix) e o pH do sumo foram quantificados. Relativamente à actividade fotossintética, foram observadas diferenzas significativas entre as variedades, con 'Palmeritas' a presentar os valores máis elevados. Os niveis de Ca e °Brix na seiva correspondem à qualidade do fruto, como mostra a maior firmeza e °Brix obtida nos tratamentos inoculados e para a variedade 'Palmeritas'.

Palavras-chave: Qualidade do fruto, pH do sumo, firmeza do fruto, brix.

Resumen: El propósito de esta investigación fue determinar el efecto de los hongos micorrízicos sobre la productividad de las fresas (*Fragaria x ananassa* Duch.) y la calidad de los frutos de dos cultivares de fresa ('Leticia' y 'Palmeritas'). El ensayo se llevó a cabo durante la campaña agrícola 2020/2021 en el municipio de Lepe, provincia de Huelva (España). Las rizosferas de las plantas de fresas fueron inoculadas quincenalmente con un producto comercial (MYC Plus®), formulado con *Bacillus velezensis* 1x10⁹ UFC/g + *Glomus intraradices* 3330 esporos/g hongos arbusculares endomicorrízicos a una concentración de 1 g/L. Se midieron parámetros vegetativos de las plantas mediante actividad fotosintética (SPAD). Los frutos maduros se recogieron y se cuantificó el peso, contenido en sólidos solubles totales (°Brix) y pH del zumo. Respecto a la actividad fotosintética, se observaron diferencias significativas entre variedades, siendo 'Palmeritas' la que presentó mayores valores. Los niveles de Ca y °Brix en savia se corresponden con la calidad en fruto, como se pone de manifiesto con la mayor firmeza y los mayores °Brix obtenido en los tratamientos inoculados y para la variedad 'Palmeritas'.

Palabras clave: Calidad de fruto, pH, firmeza, brix.

Introducción

La preocupación por la prevención de la contaminación ambiental y la seguridad alimentaria ha aumentado. El consumidor persigue frutas producidas con menos fertilizantes químicos o si es posible, sin ellos. Las técnicas agrícolas pueden mejorarse mediante la aplicación de los mejores fertilizantes disponibles para la producción sostenible de frutas (Pešaković et al., 2013). El uso intensivo de fertilizantes químicos es un problema emergente a nivel mundial, principalmente debido a su potencial de contaminación de los agroecosistemas (Trevizan et al., 2021). Una opción para minimizar estos inconvenientes en cultivos de fresa es incorporar biotecnologías sostenibles como los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) (Chiomento et al., 2019). La simbiosis micorrízica desempeña un papel importante en la nutrición y el desarrollo de las plantas huésped, y las micorrizas son bien

conocidas por su papel ecológico en el establecimiento de plantas, la absorción de nutrientes, la protección contra el estrés biótico y abiótico y en la agregación del suelo, la tolerancia contra patógenos y el estrés hídrico (Borowicz, 2010). Algunos de los beneficios del uso de los HMA en el cultivo de la fresa están asociados con la influencia en el crecimiento de las plantas (Vestberg et al., 2004) y con el aumento en el rendimiento (Varma y Schuepp, 1994). *Bacillus velezensis* es una bacteria aerobia, grampositiva y formadora de endosporas que promueve el crecimiento de las plantas. Numerosas cepas de esta especie inhiben el crecimiento de patógenos microbianos, incluyendo bacterias, hongos y nematodos (Rabbee et al., 2019). El estudio de bacterias y micorrizas asociadas a las plantas de fresas es una línea que avanza muy lentamente.

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de los hongos micorrícicos y bacterias sobre el rendimiento, parámetros de crecimiento y calidad de los frutos de fresa

Material y Métodos

La investigación fue realizada, durante siete meses, desde octubre hasta mayo, en macrotuneles de plástico localizado en una explotación comercial en el municipio de Lepe, provincia de Huelva-España (37°17' Latitud N, 7°11' Longitud O y 24 m sobre el nivel del mar) durante la campaña 2020-2021, en condiciones de luz y temperatura natural. El trabajo se llevó a cabo en un sistema abierto de cultivo con riego por goteo. Se utilizaron dos variedades de fresa (*Fragaria × ananassa* Duch.) de día corto 'Leticia' y 'Palmeritas'. El ensayo se realizó en dos macrotúneles con una variedad por cada macrotúnel y 4 líneas de cultivo por cada variedad. Las rizosferas de las plantas de fresa fueron inoculadas quincenalmente con un producto comercial (MYC Plus®, Lallemand, Reino Unido), formulado con *Bacillus velezensis* 1x10⁹ UFC/g + *Glomus intraradices* 3330 esporas/g a una concentración de 1 gL⁻¹. Se realizó un diseño en bloques completamente al azar (2 tratamientos x 2 cultivares x 2 repeticiones). Cada repetición consistía en 10 plantas por línea y 4 líneas por variedad. Los tratamientos fueron T0: Tratamiento control sin inocular y T1: Tratamiento inoculado con micorrizas. El peso medio del fruto (g fruto⁻¹) y el tamaño medio del fruto (mm) se determinaron semanalmente durante el ciclo de cultivo. En cada fecha de muestreo, todos los frutos de cada planta y de cada tratamiento y cultivar se recolectaron para la evaluación de la calidad. Después de la cosecha, se separaron cinco frutos homogéneos de cada tratamiento y cultivar para determinar la calidad postcosecha de la fruta. La calidad del fruto se evaluó cada 15 días en dos cultivares mediante tamaño del fruto (mm), pérdida de peso (g fruto⁻¹), sólido soluble total (SST), pH, firmeza y vitamina C expresada como ácido ascórbico (AAs). El tamaño del fruto fue determinado por el diámetro máximo de la sección ecuatorial. Los SST(°Brix) se determinó mediante un refractómetro digital PR101 automático compensado por temperatura (Atago Palette PR101). La firmeza se evaluó en una submuestra de 3-4 frutos de cada tratamiento utilizando un penetrómetro portátil, y los resultados se expresaron en g cm⁻². El AAs se cuantificó con un reflectómetro Merck Co (Merck RQflex® 10). Los resultados se expresaron como mg de AAs 100 g⁻¹ de fruta en peso fresco. La calidad postcosecha fue medida como la pérdida de peso (g fruta⁻¹) 48 horas después de la recolección. El nivel de clorofila en las hojas jóvenes se midió cada 15 días tomando lecturas del medidor de clorofila SPAD-502 (Minolta Camera Co. Ltd., Osaka, Japón), que estima el contenido relativo de clorofila con la luz transmitida a través de la hoja a 650 nm (longitud de onda fotosintéticamente activa) y 940 nm. Los análisis estadísticos se realizaron mediante análisis de varianza (ANOVA) utilizando el software SPSS versión 27 (SPSS; IBM, Chicago, IL, Estados Unidos).

Resultados y Discusión

Durante el ciclo de cultivo los resultados obtenidos indican que el peso del fruto no se vio afectado ni por el tratamiento ni por la variedad (Tabla 1). Sin embargo, respecto al tamaño del fruto, se observó que hubo efecto significativo del tratamiento; obteniéndose valores en el tratamiento T1 (18,39 mm) significativamente superiores a los obtenidos en el tratamiento T0 (12,11 mm). Por lo tanto, la inoculación con hongos micorrícicos arbusculares (HMA) y bacterias incrementó el tamaño medio del fruto durante el ciclo de cultivo (Tabla 1). Bull et al (2005) reportaron resultados similares mostrando que no se detectaron diferencias significativas en el rendimiento de dos variedades de fresa ‘Aromas’ y ‘Diamante’ inoculadas y no inoculadas con micorrizas, y que la colonización micorrícica arbuscular no tuvo ningún efecto significativo sobre las mismas. Sin embargo, Koohakan et al. (2004) sugirieron que las poblaciones de microorganismos suelen variar significativamente entre diferentes sistemas de cultivo; e incluso puede ocurrir, que la micorrización durante el ciclo de cultivo no se produzca. Y en el caso de que se lleve a cabo la micorrización, ésta será más significativa en periodos de estrés para la planta y coincidiendo con periodo de altas temperaturas. Respecto al tamaño del fruto se observó un efecto significativo de la inoculación con HMA. Los valores de SPAD medidos en hojas jóvenes de plantas de fresa mostraron efecto significativo de las variedades sobre dicho parámetro. Sin embargo, no se observó diferencia significativa entre tratamientos. La variedad ‘Palmeritas’ presentó valores (56,04) significativamente superiores a los obtenidos en la variedad ‘Leticia’ (49,99) (Tabla 1). Schwab y Raab (2004) indicaron un incremento del contenido de clorofila durante la floración en plantas de fresa inoculadas. Por lo tanto, en cultivo de fresa en suelo la inoculación con micorrizas podría incrementar los valores de SPAD dependiendo de las variedades que se utilicen en este sistema de producción. Respecto al pH del fruto; tampoco hubo diferencias significativas entre tratamientos, pero sí las hubo entre variedades, siendo los valores obtenidos en la variedad ‘Leticia’ (3,68) significativamente superiores a los obtenidos en la variedad ‘Palmeritas’ (3,63) (Tabla 1). El pH también juega un papel importante en la calidad sensorial de los cultivares de fresa, ya que la percepción de dulzura aumenta con el pH (Gunness et al., 2009). En el presente estudio, el pH aumentó continuamente durante la maduración de las variedades de fresa y hubo diferencias significativas entre ellas. Cekic y Yilmaz (2011) observaron un aumento en el pH de la variedad ‘Camarosa’ inoculada con *G. Clarum* y un descenso en las plantas inoculadas con *G. caledonium*. Además, sugirieron que los valores de pH pueden variar dependiendo de los hongos arbusculares micorrícicos utilizados. Por otro lado, los resultados indican que tanto el tratamiento como la variedad tuvieron un efecto significativo sobre que el contenido en azúcares medidos como (°Brix). Los valores obtenidos en el tratamiento T1 (5,88) fueron significativamente superiores a los obtenidos en el tratamiento T0 (5,60). Por lo que se observa un claro efecto de los HMA sobre el °Brix a lo largo del ciclo de cultivo. La variedad también tuvo un efecto significativo sobre el °Brix, observándose los valores más altos en la variedad ‘Leticia’ (Tabla 1). Nuestros resultados muestran diferencias significativas entre variedades a lo largo del ciclo de cultivo. Karlidag, Yildirim y Turan (2009) indicaron que el rango de °Brix en frutos de fresa varía de 4,8% a 10,9%. Además, el °Brix tiende a incrementarse durante la maduración. Tendencias similares han sido sugeridas para diferentes tipos de variedades de fresa durante la maduración (Azodanlou et al., 2004).

Tabla 1 – Datos medio del SPAD y calidad de la fruta de fresa cosechada de ‘Palmerita’ y ‘Leticia’ con dos tipos de tratamientos.

Tratamientos	Fruto (g)	Tamaño (mm)	SPAD	pH	°Brix	AAs	Firmeza (g cm ⁻²)
Tratamientos (T)							
T0 (control)	30.80	12.11b	53.28	3.663	5.60 b	47.60 b	227.33
T1	30.09	18.39 a	52.75	3.65	5.88 a	53.19 a	237.67
Significancia	ns	**	ns	ns	**	**	ns
Variedad (V)							
‘Palmerita’	30.16	14.13	56.04 a	3.63 b	5.70 b	52.27	257.00 a
‘Leticia’	30.72	16.37	49.99 b	3.68 a	5.78 a	53.19	208.00 b
Significancia	ns	Ns	**	**	*	ns	**
Interacción TxV	ns	Ns	ns	ns	**	ns	ns

Valores medios \pm de DS (N=5). Nivel de significancia del 5%. ns: efecto del tratamiento no significativo.

* Significativo en $P \leq 0.05$. ** Significativo en $P \leq 0.01$.

Los frutos de fresa son una fuente importante de compuestos bioactivos debido a sus altos niveles de ácido ascórbico (AAs) y metabolitos secundarios de las plantas, sustancias que presentan propiedades beneficiosas para la salud. En nuestro trabajo, el contenido de AAs varió significativamente entre tratamientos; observándose valores significativamente superiores en el tratamiento T1 (53,19 mg AAs 100 g⁻¹) respecto al tratamiento T0 (47,60 mg AAs 100 g⁻¹). Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre variedades y respecto a la interacción tratamiento y variedad tampoco fue significativa (Tabla 1). Los valores de AAs tienden a aumentar durante la maduración. Nuestros resultados muestran el potencial de la aplicación de micorrizas en plantas de fresa como una herramienta valiosa para mejorar el contenido de AAs en la fruta. Los hongos micorrícicos pueden mejorar la composición del suelo y el suministro de nutrientes esenciales, aumentando así la calidad de la fruta. El beneficio de la inoculación con HMA sobre la calidad de la fruta de fresa ha sido mostrado en otras investigaciones (Chiomento et al., 2021), también Trevizan et al. (2021) sugirieron que las variedades de fresa inoculadas con HMA incrementan la calidad de la fruta. Respecto a la firmeza del fruto, no se observaron diferencias significativas entre tratamientos, pero sí entre variedades. Los valores obtenidos en la variedad ‘Palmeritas’ (257 g cm⁻²) fueron significativamente superiores a los de la variedad ‘Leticia’ (208 g cm⁻²) (Tabla 1). Cordenunsi et al. (2003) observaron grandes variaciones en los valores de firmeza en diferentes variedades de fresa y sugirieron que la firmeza del fruto de fresa disminuye durante la maduración. Los mayores niveles de °Brix se corresponden con una mayor calidad en fruto, como se pone de manifiesto con la mayor firmeza obtenida en los tratamientos inoculados y para la variedad ‘Palmeritas’. La variedad ‘Palmerita’ presentó la mayor tasa de colonización en el tratamiento T1, siendo el % de micorrización en la variedad ‘Palmerita’ un 10% más alta que en la variedad ‘Leticia’.

Conclusiones

La micorrización no tuvo efecto significativo sobre la producción. Sin embargo, los HMA mejoraron el tamaño medio del fruto y la calidad de la fruta de fresa. Este efecto sobre la calidad se ha observado con el efecto significativo sobre el contenido en °Brix, AT y AAs. En este sentido, sugerimos que las variedades de fresa inoculadas con HMA producen frutas con alta calidad. De este modo los agricultores pueden introducir esta tecnología durante el ciclo de cultivo al mismo tiempo que incrementan la sostenibilidad de sus explotaciones.

Agradecimientos

“Proyecto Singular de Transferencia AGROMIS, CEIA3 instrumento estratégico hacia un tejido productivo Agroalimentario Moderno, Innovador y Sostenible: motor del territorio rural andaluz. Proyecto cofinanciado en un 80% por fondos del Programa Operativo FEDER

de Andalucía 2014-2020. Código: A1122062E0_AGROMIS. CEIA3-UCO 2019. Convocatoria: 2019”.

Literatura citada

- AZODANLOU, R. et al. Changes in flavour and texture during the ripening of strawberries. **European Food Research and Technology**. v.218, n.2, p.167–172, 2004.
- BOROWICZ, V.A. The impact of arbuscular mycorrhizal fungi on strawberry tolerance to root damage and drought stress. **Pedobiologia** v.53, p. 265–270, 2010.
- BULL, C. et al. Strawberry cultivars and mycorrhizal inoculants evaluated in California organic production fields. **Crop Management**. p. 1-11, 2005.
- CEKIC, C.; YILMAZ, E. Effect of arbuscular mycorrhiza and different doses of phosphor on vegetative and generative components of strawberries applied with different phosphor doses in soilless culture. **African Journal of Agricultural Research**, v. 6, n. 20, p. 4736-4739, 2011.
- CHIOMENTO, J.L.T. et al. Arbuscular mycorrhizal fungi communities improve the phytochemical quality of strawberry. **J. Hortic. Sci. Biotechnol.** v. 94, p. 653–663, 2019.
- CHIOMENTO, J.L.T. et al. Morpho-horticultural performance of strawberry cultivated on substrate with arbuscular mycorrhizal fungi and biochar. **Scientia Horticulturae**, v. 282, p. 110053, 2021.
- CORDENUNSI, B.R., et al. Physicochemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. **Food Chemistry**. v.83, n.2, p.167–173, 2003.
- GUNNESS, P. et al. Análisis sensorial de fruta de fresa individual y comparación con análisis instrumental. **Biología y Tecnología Postcosecha**, v. 52, p. 164–172, 2009.
- KARLIDAG, H., YILDIRIM, E., TURAN, M. Exogenous applications of salicylic acid affect quality and yield of strawberry grown under antifrost heated greenhouse conditions. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v.172, n.2, p.270–276, 2009.
- KOOHAKAN, P. et al. Evaluation of the indigenous microorganisms in soilless culture: occurrence and quantitative characteristics in the different growing systems. **Scientia Horticulturae**, v. 101, p. 179–188, 2004.
- PEŠAKOVIĆ, M. et al. Biofertilizer affecting yield related characteristics of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) and soil micro-organisms. **Scientia Horticulturae**, v. 150, p. 238-243, 2013.
- RABBEE M.F. et al. *Bacillus velezensis*: A Valuable Member of Bioactive Molecules within Plant Microbiomes. **Molecules**. v. 16, n. 24, p. 1046, 2019.
- SCHWAB, W. y RAAB, T. **Developmental changes during strawberry fruit ripening and physicochemical changes during postharvest storage**. In: production practices and quality assessment of food crops, ‘quality handling and evaluation’. Dris, R. and Jain, S. M. (Eds.). Kluwer Academic Publishers, Netherlands. p. 341-369, 2004.
- TREVIZAN, J.L. et al. Morpho-horticultural performance of strawberry cultivated on substrate with arbuscular mycorrhizal fungi and biochar. **Scientia Horticulturae**, v. 282, p. 1-8, 2021.
- VARMA, A.; SCHUEPP, H. Infectivity and effectiveness of *Glomus intraradices* on micropropagated plants. **Mycorrhiza**, v. 5, p. 29–37, 1994.

VESTBERG, M. et al. Microbial inoculation for improving the growth and health of micropropagated strawberry. **Appl. Soil Ecol.** p. 27, p. 243–258, 2004.

Nivel de Micorrización en plantas de fresa de las variedades 'Fortuna' y 'Marisma'

Fátima MARTÍNEZ^{1*}, Pedro PALENCIA^{2*}, Carlos M. WEILAND¹, Fernando BASTIDA¹

¹ Professor do Departamento de Ciencias Agroforestales (UHU) E.T.S.I. Universidad de Huelva, Avenida de las Fuerzas Armadas S/N, 21007, Huelva. España. E-mail: fatima.martinez@uhu.es

² Professor do Departamento de Biología de Organismos y Sistemas (UNIOVI) Universidad de Oviedo, C/ Gonzalo Gutiérrez Quirós s/n., 33600, Mieres (Asturias) España.

Resumo: A simbiose micorrizal entre a mímica vesícula-arbuscular e a rizofera da planta de morango pode contribuir para o aumento da produção e qualidade da cultura de morango. O experimento foi realizado durante a campanha agrícola 2021/2022 em uma fazenda localizada em Palos de la Frontera (Huelva). Nesta pesquisa, as plantas de morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) das cultivares ('Fortuna' e 'Marisma') no cultivo do solo. A rizosfera das plantas de morango foi inoculada quinzenalmente com um produto comercial (MYC Plus®), formulado com *Bacillus velezensis* 1×10^9 UFC/g + *Glomus intraradices* 3330 esporos/g. fungos arbusculares endomicorrízicos a uma concentração de 1 g/L. Foi realizado um projeto de bloco completamente aleatório (2 tratamentos x 2 cultivares x 2 repetições). Cada repetição consistia em 40 plantas. Os tratamentos foram os seguintes; T0: Controle o tratamento sem inoculação e T1: Tratamento inoculado com micorrizas. As frutas maduras foram coletadas e passaram a quantificar o teor de sólidos solúveis (°Brix), pH do suco, acidez e cor da fruta. Os parâmetros vegetativos foram medidos utilizando-se atividade fotossintética (SPAD). O controle nutricional foi realizado por meio da análise da seiva na folha de petiole. A análise da seiva é um dos métodos que podem ser mais eficazes no ajuste das necessidades de nutrientes nas culturas e, assim, melhorar o manejo em tempo real do insumo de fertilizantes por meio da fertirrigação. O objetivo deste ensaio foi determinar o efeito dos fungos micorrizais em parâmetros vegetativos, como atividade fotossintética e qualidade de frutas de morango.

Palavras-chave: Simbiose de Micorrízica, seiva, SPAD.

Resumen: La simbiosis micorrízica entre las micorrizas vesículo-arbusculares y la rizosfera de la planta de fresa puede contribuir al incremento de la producción y la calidad del cultivo de fresa. El experimento se llevó a cabo durante la campaña agrícola 2021/2022 en una finca situada en Palos de la Frontera (Huelva). En esta investigación se usaron plantas de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) cv. 'Fortuna' y "Marisma" en cultivo de suelo. La rizosfera de las plantas de fresa fue inoculada quincenalmente con un producto comercial (MYC Plus®), formulado con *Bacillus velezensis* 1×10^9 UFC/g + *Glomus intraradices* 3330 esporas/g. hongos arbusculares endomicorrízicos a una concentración de 1 g/L. Se realizó un diseño en bloques completamente al azar (2 tratamientos x 2 cultivares x 2 repeticiones). Cada repetición consistía en 40 plantas. Los tratamientos fueron los siguientes; T0: Tratamiento control sin inocular y T1: Tratamiento inoculado con micorrizas. Los frutos maduros se recogieron y se procedió a cuantificar el contenido en sólidos solubles (°Brix), pH del zumo, acidez, y color del fruto. Se midieron parámetros vegetativos mediante actividad fotosintética (SPAD). El control nutricional se realizó mediante el análisis de savia en el peciolo de hoja. El análisis de savia es uno de los métodos que puede presentar mayor eficacia para ajustar las necesidades de nutrientes en cultivos y mejorar así la gestión en tiempo real del aporte de fertilizantes mediante fertirrigación. El objetivo de este ensayo fue determinar el efecto de los hongos micorrízicos sobre los parámetros vegetativos como la actividad fotosintética y calidad de los frutos de fresa.

Palabras Clave: Simbiosis micorrízica, savia, SPAD.

Introducción

La colonización de las raíces por hongos micorrícicos arbusculares (HMA) mejora la nutrición mineral (Brazanti et al., 1992), aumenta la resistencia o tolerancia a patógenos e induce modificaciones del sistema radicular (Berta et al., 1995). En el cultivo de fresa se han demostrado efectos específicos de cultivares y HMA en el cultivo la fresa (Vestberg, 1992; Mark y Cassells, 1996). La simbiosis micorrícica entre las micorrizas vesículo-arbusculares y la rizosfera de la planta de fresa puede contribuir al incremento del rendimiento y la calidad del cultivo de fresa. Los consumidores prefieren las fresas dulces y la dulzura se correlaciona positivamente con el contenido total de sólidos solubles (SST) (Shaw, 1990). Keutgen y Pawelzik (2007) informaron que la disminución del contenido de sólidos solubles de las fresas causa una menor aceptación de las frutas por parte de los consumidores. Los HMA produjeron un aumento de la tasa de SST/AT en la frambuesa roja (Campos et al., 2004). Esta relación aumenta con la madurez del fruto, cuando los SST aumentan y la AT disminuye (Jennings, 1988). La disminución de la acidez indica que se ha alcanzado la madurez en las frutas de fresa (Singh et al., 2011). La firmeza de la fruta es un atributo de calidad importante y está directamente relacionada con una mayor resistencia a la descomposición y al daño mecánico. Las frutas de fresa se deterioran rápidamente después de la cosecha y, en algunos casos, no llegan a los consumidores con una calidad óptima después del transporte y la comercialización (Singh et al., 2011). Estudios previos realizados con fresa demostraron que las altas temperaturas ambientales provocan un aumento de la temperatura del fruto y, en consecuencia, una pérdida de firmeza (Olías et al., 1995). También Palha et al. (2009) determinaron que en la variedad 'Camarosa', la firmeza mostró alguna variación durante el ciclo de cultivo.

El objetivo de este ensayo fue determinar el efecto de los hongos micorrícicos arbusculares sobre los parámetros vegetativos como la actividad fotosintética y la calidad de los frutos de fresa.

Material y métodos

El proyecto fue realizado en una finca situada en Palos de la frontera (Huelva) en el paraje denominado Coto de su Excelencia. El estudio se llevó a cabo durante la campaña de cultivo 2021-2022 en suelo en sistema tradicional de cultivo, bajo macrotúnel, con lomos cubiertos con polietileno negro y riego por goteo. Se utilizaron dos variedades de fresa (*Fragaria × ananassa* Duch.) de día corto ('Fortuna' y 'Marisma'). El ensayo se realizó en dos macrotúneles, una variedad por cada macrotúnel y 4 líneas de cultivo por cada variedad. La rizosfera de las plantas de fresa fue inoculada quincenalmente con un producto comercial (MYC Plus®) Lallemand (Reino Unido), formulado con *Bacillus velezensis* 1×10^9 UFC/g + *Glomus intraradices* 3330 esporas/g con hongos arbusculares endomicorrícicos a una concentración de 1 g/L. Se realizó un diseño en bloques completamente al azar (2 tratamientos x 2 cultivares x 2 repeticiones). Cada repetición consistía en 40 plantas, 10 plantas por línea y 4 líneas por variedad. Los tratamientos fueron T0: Tratamiento control sin inocular y T1: Tratamiento inoculado con micorrizas. En cada fecha de muestreo, todos los frutos de cada planta y de cada tratamiento y cultivar se recolectaron para la evaluación de la calidad. La calidad del fruto se evaluó cada 15 días en los dos cultivares mediante sólidos soluble total (SST), acidez titulable (AT), firmeza y color del fruto. El °Brix se determinó mediante un refractómetro digital PR101 automático compensado por temperatura (Atago Palette PR101). La AT (expresada como g de ácido cítrico 100 g^{-1} en peso fresco) se midió en cada tratamiento titulando 10 g de pulpa más 10 ml de H_2O con $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ de NaOH hasta un pH de 8,1. La firmeza se evaluó en una submuestra de 3-4 frutos de cada tratamiento utilizando un penetrómetro portátil, y los resultados se expresaron en g cm^{-2} . La calidad postcosecha fue medida como la pérdida de peso (g fruta^{-1}) 48 horas después de la

recolección. Las mediciones de color de la parte superficial de la fresa se realizaron utilizando un colorímetro HunterLab (Reston, ColorFlexEZ, EUA). La expresión de los resultados fue de acuerdo con el sistema CIE $L^*a^*b^*$, los parámetros que fueron determinados son L^* (luminosidad, $L^*= 0$ [negro] y $L^*= 100$ [blanco]), a^* y b^* (dimensiones del color oponente, [a^* valores negativos= verde y a^* valores positivos= rojo], [b^* valores negativos= azul y b^* valores positivos= amarillo]). Para el cálculo de croma o intensidad (C^*ab), ángulo o tono (h^*ab) y diferencial de color (ΔE) se hizo uso de las Ecuaciones 1, 2 y 3, respectivamente. La evolución de los parámetros cromáticos de la fresa fue expresada en porcentaje. El nivel de clorofila en las hojas jóvenes se midió cada 15 días tomando lecturas con el medidor de clorofila SPAD-502 (Minolta Camera Co. Ltd., Osaka, Japón). El control nutricional se realizó mediante el análisis de savia en el peciolo de la hoja. El análisis de savia es uno de los métodos que puede presentar mayor eficacia para ajustar las necesidades de nutrientes en cultivos y mejorar así la gestión en tiempo real del aporte de fertilizantes mediante fertirrigación. La tasa de micorrización se llevó a cabo a partir de las muestras de raíces las cuales fueron recolectadas, lavadas y cortadas cuidadosamente. La micorrización en las raíces se determinó mediante la técnica de tinción diferencial de Brundrett et al. (1996), modificada según Vierheilig et al. (1998). Se observaron bajo el microscopio para la cuantificación utilizando el método de intersección de líneas (Giovanetti y Mosse, 1980). Los datos obtenidos son el promedio resultante de la observación de tres repeticiones de la cuantificación de cada muestra. Los análisis estadísticos se realizaron mediante análisis de varianza (ANOVA) utilizando el software SPSS versión 27 (SPSS; IBM, Chicago, IL, Estados Unidos). Las variables analizadas por ANOVA fueron: peso de la fruta, tamaño de la fruta, SPAD, peso post cosecha, pH, TSS, AT y firmeza.

Resultados y discusión

Respecto al contenido en azúcares medidos como ($^{\circ}$ Brix) los resultados indican que no hubo diferencia significativa entre tratamientos. Sin embargo, la variedad tuvo un efecto significativo sobre el $^{\circ}$ Brix, observándose los valores más altos en la variedad “Marisma” (datos no mostrados). Karlidag et al. (2009) indicaron que el rango de $^{\circ}$ Brix en frutos de fresa varía de 4,8% a 10,9%. Además, el $^{\circ}$ Brix tiende a incrementarse durante la maduración. Tendencias similares han sido sugeridas para diferentes tipos de variedades de fresa durante la maduración (Azodanlou et al., 2004). Respecto a la firmeza del fruto, no se observaron diferencias significativas entre tratamientos, pero sí entre variedades. Los valores obtenidos en la variedad “Marisma” fueron significativamente superiores a los de la variedad “Fortuna” (datos no mostrados). Cordenunsi et al. (2003) observaron grandes variaciones en los valores de firmeza en diferentes variedades de fresa y Menáger et al. (2004) sugirieron que la firmeza del fruto de fresa disminuye durante la maduración. Los mayores niveles de Ca y $^{\circ}$ Brix en savia (datos no mostrados) se corresponden con una mayor calidad en fruto, como se pone de manifiesto con la mayor firmeza y el mayor $^{\circ}$ Brix obtenido en los tratamientos inoculados y para la variedad “Marisma”. Los valores de SPAD medidos en hojas jóvenes de plantas de fresa durante el ciclo de producción precoz mostraron diferencia significativa entre semanas. Los valores de SPAD mostrados por la variedad “Marisma” variaron a lo largo del ciclo de producción precoz. En las semanas 16 y 22 después de la plantación, el tratamiento T1 (inoculado) mostró los mayores valores de SPAD (Figura 1). Los valores de SPAD en la variedad “Marisma” fueron superiores a los valores de la variedad “Fortuna” (Figura 1 y Figura 2). Por otro lado, el tratamiento T1 mostró los mayores valores de SPAD en la variedad “Fortuna” durante las semanas 17, 18 y 20 después de la plantación (Figura 2). Este incremento de los valores de SPAD en determinadas fechas podría estar relacionado con la floración del cultivo. Schwab y Raab (2004) indicaron un incremento del contenido de clorofila durante la floración en plantas de fresa inoculadas. Por lo tanto, en cultivo de fresa

en suelo la inoculación con micorrizas podría incrementar los valores de SPAD dependiendo de las variedades que se utilicen en este sistema de producción. En este sentido, en el tratamiento T1 (inoculado) se observó un color verde más intenso de las hojas como resultado del aumento del contenido de clorofila. Resultados similares fueron sugeridos en otros cultivos por Pasda et al. (2001). En general, se asume que el área de la hoja fotosintéticamente activa que suministra la fruta individual es un factor principal para determinar su tamaño. En cuanto a los parámetros de color, se obtuvieron diferencias significativas entre variedades, siendo 'Fortuna' la que presentó mayores valores respecto a la variedad 'Marisma' (Figura 3). La tasa de micorrización de las plantas inoculadas varió desde $(0,33 \pm 0,58)$ hasta $(15,00 \pm 1,00)$. No se observaron tasas de micorrización en plantas no inoculadas.

Conclusiones

En conclusión, durante el ciclo de producción precoz hubo un efecto significativo de las variedades sobre los valores de SPAD, firmeza, °Brix y AT. Además, los valores de SPAD en la variedad "Marisma" fueron superiores a los valores de la variedad "Fortuna". En este sentido podemos indicar que el efecto de las variedades ensayadas sobre la calidad de la fruta puede variar dependiendo del manejo realizado, de las condiciones ambientales, del sistema de cultivo y de los factores edafoclimáticos. Aunque otros estudios han señalado los efectos positivos de la simbiosis micorrícica en el desarrollo de cultivos hortícolas, una mayor comprensión de la aplicación y los beneficios de los HMA puede contribuir a mejorar la sostenibilidad del sistema de cultivo de fresa.

Agradecimientos

"Proyecto Singular de Transferencia AGROMIS, CEIA3 instrumento estratégico hacia un tejido productivo Agroalimentario Moderno, Innovador y Sostenible: motor del territorio rural andaluz. Proyecto cofinanciado en un 80% por fondos del Programa Operativo FEDER de Andalucía 2014-2020. Código: A1122062E0_AGROMIS. CEIA3-UCO 2019. Convocatoria: 2019"

Literatura citada

- AZODANLOU, R. et al. Changes in flavour and texture during the ripening of strawberries. **European Food Research and Technology**, Berlin, v.218, n.2, p.167–172, 2004.
- BERTA, G. et al. Arbuscular mycorrhizal induced changes to plant growth and root system morphology in *Prunus cerasifera*. **Tree Physiol.** 15: 281-293, 1995.
- BRAZANTI, B. et al. Influence of phosphate fertilization on the growth and nutrient status of micropropagated apple infected with endomycorrhizal fungi during the weaning stage. *Agronomie* 12, 841- 846, 1992.
- CAMPOS MOTA, L. et al. Fertirriego y Micorriza en Frambuesa roja cultivada en tepetate. *Agrociencia* 38: 75-83. 2004.
- CORDENUNSI, B.R., DO NASCIMENTO, J.R., LAJOLO, F.M. Physicochemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. **Food Chemistry**, London, v.83, n.2, p.167–173, 2003.
- GIOVANNETTI M. AND MOSSE, M. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, 84, 489-500, 1980. doi:10.1111/j.1469-8137.1980.tb04556.x

- JENNINGS, D.L. 1988. Raspberries and Blackberries: their Breeding Diseases and Growth. Academic Press Inc., 230pp.
- KARLIDAG, H. YILDIRIM, E. TURAN, M. Exogenous applications of salicylic acid affect quality and yield of strawberry grown under antifrost heated greenhouse conditions. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, Weinheim, v.172, n.2, p.270–276, 2009.
- KEUTGEN, A.J., PAWELZIK, E. Modifications of Taste-relevant compounds in strawberry fruit under NaCl salinity. **Food Chem.** 105, 1487-1494, 2007.
- MARK, G.L., CASSELLS, A.C. Genotype-dependence in the interaction between *Glomus fistulosum*, *Phytophthora fragariae* and the wild strawberry (*Fragaria vesca*). **Plant Soil** 185: 233–239, 1996.
- MÉNAGER, I.; JOST, M.; AUBERT, C. Changes in physicochemical characteristics and volatile constituents of strawberry (Cv. Cigaline) during maturation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.52, n.5, p.1248-1254, 2004.
- OLÍAS, J.M., SANZ, C., PÉREZ, A.G. Acondicionamiento post-recolección del fresón de Huelva para consumo en fresco. **Caja Rural de Huelva**. 47 pp, 1995.
- PALHA, M.G. et al. Proceedings of the Sixth International Strawberry Symposium. Acta Hortic. 842, 949-952, 2009.
- PASDA, G., HÄHNDEL, R., ZERULLA, W. Efecto de los fertilizantes con el nuevo inhibidor de la nitrificación DMPP (3, 4-dimet-fosfato de ilpirizol) sobre el rendimiento y la calidad de los cultivos agrícolas y hortícolas. *Biología y fertilidad de los suelos*, 34, 85-97, 2001.
- SCHWAB, W., RAAB, T. Developmental changes during strawberry fruit ripening and physicochemical changes during postharvest storage. In: production practices and quality assessment of food crops, 'qualityhandling and evaluation'. Dris, R. and Jain, S. M. (Eds.). Kluwer Academic Publishers, Netherlands. 341-369 pp, 2004.
- SHAW, D.V. Response in selection and associated changes in genetic variance for soluble solids and titratable acid contents in strawberries. **J. Am. Soc. for Hortic. Sci.** 115, 839-843, 1990.
- SINGH, D.B., SINGH, R., KINGSL, A.R., SHARMA, R.R. Effect of Aloe vera coatings on fruit quality and storability of strawberry (*Fragaria x ananassa*). **Indian Journal of Agricultural Sciences** 81(51), 407-412, 2011
- VESTBERG, M. Arbuscular mycorrhizal inoculation of micropropagated strawberry and field observations in Finland. *Agronomie* 12: 865–867, 1992.

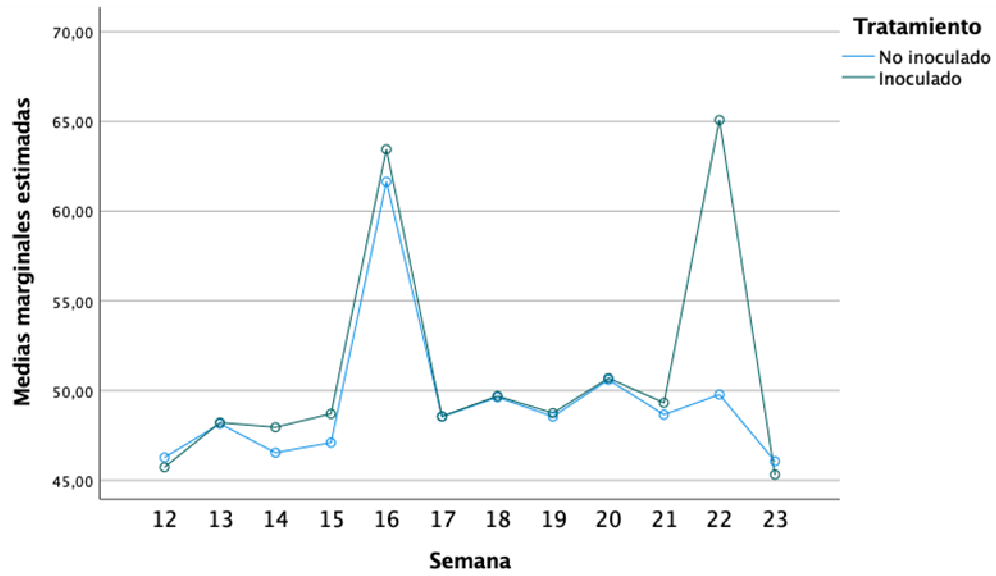


Figura 1. Valores de SPAD medidos en hoja joven de la variedad ‘Marisma’.

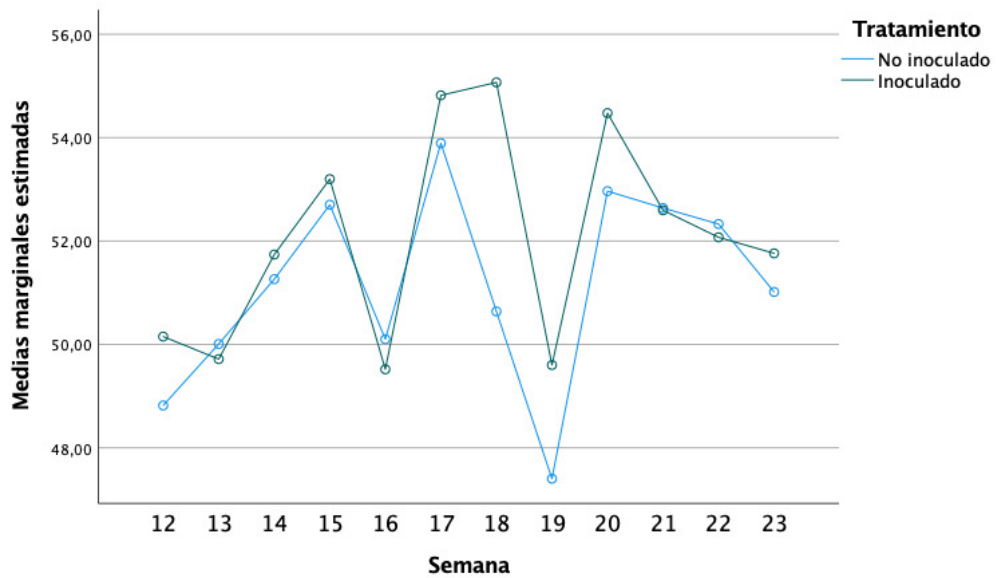


Figura 2. Valores de SPAD medidos en hoja joven de la variedad ‘Fortuna’.

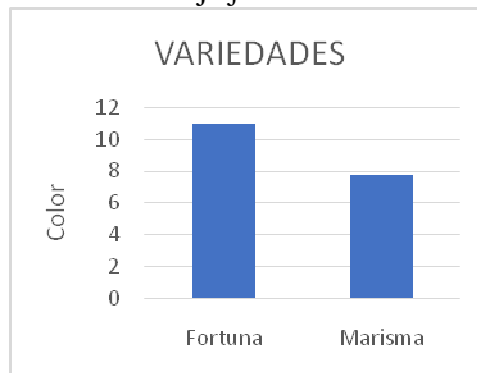


Figura 3. Comparativa de la tonalidad del fruto para las dos variedades ‘Fortuna’ y ‘Marisma’ inoculadas con hongos micorrícicos.

Benefício de microrganismos eficazes (EM) no teor de nitrogenados, macro e micronutrientes em alface hidropônica

Tuany Marin POMINI¹, Daiane Dias LOPES², Hideo Wilson TAKAHASHI³,
Guilherme BIZ⁴, Elisa Yoko Hirooka⁵

¹Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos (UEL). E-mail: tuany.marin123@uel.br

²Pós doutoranda do National Center for Agricultural Utilization Research, Bioenergy Research (USDA).

³Professor do Departamento de Agronomia (UEL).

⁴Professor do Departamento de Estatística (UEL).

⁵Professora do Departamento de Ciência de Alimentos (UEL).

Resumo: O acúmulo de nutrientes iônicos em alface hidropônica, associado à adesão microbiana benéfica na raiz sob redução severa de nitrogênio aliada à tecnologia de microrganismos eficazes (EM) foi estudada, testando níveis de 10 e 25% de nitrogênio aliado a 0,1 e 1% de solução de EM em sistema de fluxo laminar de nutrientes (*Nutrient Film Technique* – NFT). O teor de macronutrientes (nitrogênio, cálcio, fósforo, potássio e magnésio) e micronutrientes (nitrato, ferro, zinco e manganês) foi analisado em folha previamente seca. A análise microbiana consistiu de plaqueamento: contagem em superfície para leveduras, mesófilos e psicotróficos aeróbios e, *pour plate* para os lactobacilos. O melhor desempenho atingiu 90% na redução de nitrato tecidual em ambas as estações, obtido em tratamento com menor teor de EM (0,1%) associado a 25% de nitrogênio na forma de ureia. A cultura de verão apresentou menor teor de nitrogênio em relação ao outono, sendo teor de fósforo, zinco e ferro maiores em hidroponia sob EM ($p \leq 0,05$). Notou-se boa adesão microbiana radicular com os microrganismos EM compostos de leveduras e bactérias lácticas, o qual favoreceu o ambiente para crescimento vegetal.

Palavras-chave: hidroponia, hortaliças, microrganismos eficazes, nitrato, nitrogênio.

Introdução

A alface (*Lactuca sativa*) se destaca entre as hortaliças folhosas pela flexibilidade de produção, podendo ser de cultivo convencional no solo ou hidropônica (SCHMIDT et al., 2001).

O nitrogênio é o íon de maior contribuição ao crescimento, desenvolvimento e coloração do tecido de alface. Em cultivo hidropônico, o fornecimento ocorre via irrigação de solução nutritiva, com destaque ao nitrato (NO_3^-), pela facilidade de absorção via sistema radicular. Embora alface seja altamente exigente perante N, o uso indiscriminado desencadeia acúmulo em tecido vegetal, podendo manifestar toxidez ao consumidor. O fato evidencia a necessidade de buscar alternativas para reduzir a quantidade de N sob a forma de NO_3^- aplicado, ou aumentar a absorção e/ou biotransformação, capaz de assegurar desenvolvimento adequado do vegetal (NASCIMENTO et al., 2017).

Nesse contexto, o emprego de fertilizantes biológicos é uma alternativa sustentável devido ao melhor aproveitamento de nutrientes pelas plantas e baixo custo. A tecnologia de microrganismos eficazes (EM) é um consórcio de microrganismos composto por bactérias lácticas, actinomicetos, fotossintéticos e leveduras, que, em conjunto, produzem substâncias antimicrobianas e bioativos em simbiose com o sistema radicular vegetal, promovendo melhor crescimento, enraizamento e aumento no processo fotossintético. No solo tem sido comumente utilizado por aplicação direta, porém na hidroponia ainda é pouco utilizado (BONFIM et al., 2011).

Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar o acúmulo de nutrientes em alface crespa de cultivo hidropônico sob redução severa de nitrogênio como fertilizante e, integrado ao sistema, a tecnologia de microrganismos eficazes – EM.

Material e Métodos

As mudas de alface crespa (*L. sativa* cv. Milena) foram obtidas com produtor rural 20 dias após semeadura e posteriormente transplantadas para os perfis hidropônicos.

O produto líquido de Microrganismos Eficazes (EM) apresenta microrganismos benéficos em sua composição (*L. casei* var *ramnosus*, *L. acidophilus* e *S. cerevisiae*). A solução foi anteriormente ativada com adição de água destilada e melão de cana orgânico, armazenados a temperatura ambiente em frasco escuro por 7 dias, até atingir coloração marrom-alaranjado e pH < 4,0.

O experimento foi conduzido em cultivo hidropônico no sistema de fluxo laminar de nutrientes (*Nutrient Film Technique* – NFT) em casa de vegetação localizada na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Londrina (UEL/Londrina - PR). As coordenadas geográficas são 23°18' de latitude Sul e 51°09' de latitude Oeste, com altitude média de 560 m. A solução nutritiva empregada no tratamento controle foi proposta por Hoagland e Arnon (1950). Para a solução empregada nos tratamentos com redução de N, a formulação padrão sofreu modificações. O nitrato de cálcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) e nitrato de potássio (KNO_3) foram substituídos por cloreto de cálcio (CaCl_2) e cloreto de potássio (KCl), respectivamente, mas mantendo-se a mesma concentração de cátions. A ureia foi utilizada como fonte de N e, elaborada a partir de solução estoque a $0,5 \text{ g L}^{-1}$.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com modelagem mista, considerando a dependência das posições. Cinco tratamentos foram elaborados de acordo com a concentração de N e solução de EM ativo, respectivamente: Controle (solução padrão e sem adição de EM), T1 (25 + 0,1 %), T2 (10 + 1 %), T3 (10 + 0,1 %) e T4 (25 + 1 %).

As mudas pertencentes aos tratamentos com microrganismos foram aclimatizadas com solução de EM ativo a 2% 30 minutos antes do transplante. O ciclo de cultivo foi de 35 dias realizados no verão (janeiro/2020) e outono (maio/2020). Após a colheita, a determinação dos nutrientes foi realizada com as amostras previamente secas, trituradas e passadas em peneira com malha de 1 mm. O teor de nitrogênio foi determinado pelo método de Kjeldahl (BREMNER, KEENEY 1965), nitrato e fósforo pelo método colorimétrico (CATALDO et al., 1975; BRAGA; DEFELIPO, 1974), potássio por fotometria de emissão de chama (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1992), cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês e zinco por absorção atômica (SILVA, 1999). Os teores de nutrientes em g por planta seca foram calculados multiplicando os valores pelo peso seco dividido por 1000.

Raiz e tecido foliar foram imediatamente analisados após a colheita quanto aos microrganismos epifíticos (raiz) e contaminantes (tecido foliar). A contagem, seguida do meio de cultivo e período de incubação foram para bactérias lácticas (MRS, 37°C/48h) e leveduras (YPD, 28°C/ 48h) na raiz e mesófilos aeróbios (PCA, 35°C/48h) e psicrotóxicos aeróbios (PCA, 7°C/10 dias) no tecido foliar (SILVA et al., 2017; APHA, 2015). O resultado foi obtido por Unidades Formadoras de Colônias por grama de alface (UFC.g^{-1}).

Resultados e Discussão

O acúmulo de nutrientes em tecido seco de alface foi observado em duas estações distintas: verão e outono (Tabela 1). Nota-se que o emprego de EM em solução nutritiva proporcionou aumento da assimilação e acúmulo em tecido vegetal para o fósforo, ferro e zinco em ambas as estações ($p \leq 0,05$).

Em relação ao nitrogênio (N), sua oferta foi reduzida para 10 e 25% da recomendação padrão de 210 mg. L^{-1} nos tratamentos de 1 a 4. Embora o tratamento controle apresentasse 100% da recomendação, seu acúmulo foi divergente entre o cultivo de verão e outono. No verão, o acúmulo mais significativo foi para o tratamento controle e, diferentemente do esperado, no outono foi para o tratamento 1 (T1) ($p \leq 0,05$). Em relação ao nitrato (NO_3^-), o

tratamento controle diferiu estatisticamente dos demais ao apresentar maior acúmulo em tecido vegetal. No entanto, mesmo que o nitrato não tenha sido ofertado em sua forma mais disponível na solução nutritiva nos tratamentos de 1 a 4, o EM proporcionou nitrificação em concentrações desejadas e disponibilizou, de forma reduzida, a oferta para a planta sem causar prejuízos em seu desenvolvimento. Ao final do cultivo, as plantas cultivadas com 25% de N juntamente com 0,1% de EM (T1) apresentaram mesmo peso fresco quando comparado ao controle observados em experimentos anteriores. Dentre os demais macronutrientes, o EM não afetou de forma significativa o acúmulo de cálcio, potássio e magnésio ($p \geq 0,05$).

Os micronutrientes foram ofertados igualmente para todos os tratamentos. O ferro foliar aumentou significativamente ao comparar os tratamentos 1, 3 e 4 (T1, T3 e T4) com o controle em ambos os cultivos ($p \leq 0,05$). No cultivo de verão, o T1 apresentou cerca de 3 vezes mais ferro foliar comparado ao controle. O T3 e T4, apesar de apresentar valores inferiores, representaram aumento de 1 a 2 vezes.

Tabela 1 – Acúmulo de macronutrientes primários e secundários e micronutrientes em tecido seco de alface cultivada em hidroponia com redução da oferta de nitrogênio e associada ao uso de microrganismos eficazes (EM).

Tratamentos ^(A)	Cultivo de verão (janeiro/2020)								
	Macronutrientes (g Kg ⁻¹)					Micronutrientes (mg Kg ⁻¹)			
	N	P	K	Ca	Mg	NO ₃ ^(C)	Fe	Zn	Mn
Controle ^(B)	34,54a	4,44b	22,50a	17,28a	2,60a	32,69a	73,64c	27,34c	135,25b
T1	24,88b	5,97a	22,50a	12,02b	2,35ab	3,99d	205,80a	46,82b	158,36b
T2	21,62c	-	-	-	-	9,70b	-	-	-
T3	16,28d	4,10b	21,50a	15,57a	2,60a	7,22bc	132,90b	69,70a	262,54a
T4	19,36c	4,05b	22,00a	14,07ab	2,21b	5,52cd	102,50c	23,00c	92,97c
CV (%)	6,01	5,64	6,91	12,21	7,59	14,13	12,85	8,77	11,94

Tratamentos ^(A)	Cultivo de outono (maio/2020)								
	Macronutrientes (g Kg ⁻¹)					Micronutrientes (mg Kg ⁻¹)			
	N	P	K	Ca	Mg	NO ₃ ⁽³⁾	Fe	Zn	Mn
Controle ^(B)	39,12b	4,89b	27,25a	16,09a	2,53a	39,43a	78,75c	33,37b	115,85a
T1	49,85a	6,13a	28,75a	13,23b	2,04b	2,72d	140,80a	63,14a	76,63bc
T2	33,58c	5,09b	24,75a	11,55b	2,15b	5,56c	91,43bc	33,15b	99,99ab
T3	34,44c	5,20b	23,75a	7,98c	1,697c	6,09b	125,06ab	32,52b	60,77c
T4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	5,22	8,28	15,39	10,35	7,83	15,58	20,61	7,99	17,41

Os tratamentos receberam concentrações de Nitrogênio (N) e Microrganismos Eficazes (EM), respectivamente em porcentagem: T1: 25 + 0,1%; T2: 10 + 1%; T3: 10 + 0,1%; T4: 25 + 1%. Amostras secas obtidas em T2 no cultivo de verão foram insuficientes para realizar as análises de P, K, Ca, Mg, Fe, Zn e Mn. Não houve desenvolvimento de plantas para T4 no cultivo de outono. As médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferiram para o Teste de Tukey ($p \geq 0,05$). ^(A)A ureia foi utilizada como fonte de N (0,5 g L⁻¹), exceto para controle. ^(B)Solução estoque controle: KNO₃ 1 M + Ca(NO₃)₂ 1 M e recomendação padrão de nitrogênio de 210 mg L⁻¹. ^(C)Valores apresentados para nitrato (NO₃⁻) em mg g⁻¹.

O crescimento dos microrganismos analisados divergiu entre o cultivo de verão e outono (Tabela 2). A cultura de verão apresentou maior contagem para o grupo de bactérias lácticas nos tratamentos 2 e 4 (T2 e T4) e menor nos tratamentos 1 e 2 (T1 e T2). O grupo de

leveduras não diferiu de forma logarítmica e todos os tratamentos apresentaram-se em 10^5 UFC g^{-1} . No outono, o crescimento de leveduras foi superior ao de bactérias lácticas. Sugere-se que a temperatura de cultivo pode ter influenciado a multiplicação dos microrganismos, de modo que temperaturas mais quentes favoreceram as bactérias lácticas e temperaturas mais amenas, as leveduras, considerando suas faixas ótimas de crescimento. O desenvolvimento de plantas no tratamento 4 (T4) no outono pode ter sido prejudicado pelo excesso de microrganismos na raiz, com contagem elevada para bactérias lácticas e leveduras (10^8 e 10^{10} UFC g^{-1} , respectivamente) que possivelmente competiram com a planta pelos nutrientes. Após o término do ciclo de crescimento, a raiz apresentou características de odor desagradável, excesso de limbo e degradação dos pelos radiculares.

Quanto aos mesófilos e psicrotróficos no tecido vegetal, notou-se maior carga microbiana nos tratamentos que receberam EM quando comparado ao controle. No entanto, muitos microrganismos presentes no EM se enquadram nesse grupo, o que poderia ter aumentado a contagem. Alimentos minimamente processados apresentaram contagem para mesófilos e psicrotróficos superiores a 10^6 UFC g^{-1} , demonstrando a necessidade de correta higienização antes do consumo (BRUNO et al., 2005).

Tabela 2 – Contagem para microrganismos na raiz e tecido foliar de alface hidropônica cultivada com e sem adição de microrganismos eficazes (EM) em unidades formadoras de colônias (UFC.g⁻¹).

Tratamentos (A)	Cultivo de verão (janeiro/2020)				Cultivo de outono (maio/2020)			
	Raiz		Tecido foliar		Raiz		Tecido foliar	
	BAL	LV	MA	PA	BAL	LV	MA	PA
Controle ^(B)	<3x10 ⁰	<3x10 ⁰	1,4x10 ⁷ c	6x10 ⁴ c	<3x10 ¹	<3x10 ¹	7x10 ⁵ b	9,7x10 ⁴ c
T1	4,1x10 ⁵ c	7,9x10 ⁵ a	6,9x10 ⁶ c	1,1x10 ⁶ b	2,2x10 ⁴ c	1,7x10 ⁷ c	2,4x10 ⁷ a	3,9x10 ⁵ bc
T2	3,8x10 ⁷ b	4,9x10 ⁵ b	5x10 ⁹ a	9,2x10 ⁷ a	7,4x10 ⁵ b	3,2x10 ⁸ b	1,8x10 ⁷ a	5,8x10 ⁵ b
T3	4,4x10 ⁵ c	3,2x10 ⁵ b	1,5x10 ⁷ b	2,4x10 ⁶ b	4,7x10 ⁵ b	1x10 ⁷ d	8,3x10 ⁸ a	4,3x10 ⁶ a
T4	8,1x10 ⁷ a	4,8x10 ⁵ b	7,3x10 ⁷ b	1,8x10 ⁶ b	1,8x10 ⁸ a	4,3x10 ¹⁰ a	-	-

Bactérias do ácido láctico (BAL); leveduras (LV); mesófilos aeróbios (MA) e psicrotróficos aeróbios (PA). Não houve desenvolvimento de plantas para o T4 no cultivo de outono. Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferiram entre si para o Teste Tukey ($p \geq 0,05$). ^(A) Ureia foi usada como fonte de N (0,5 g L⁻¹), exceto para o controle. ^(B) Solução estoque controle: KNO₃ 1 M + Ca(NO₃)₂ 1 M e recomendação padrão de nitrogênio de 210 mg L⁻¹.

Conclusões

O uso combinado de EM com baixas concentrações de ureia como fonte de N mostrou diminuição vantajosa no acúmulo de nitrato em alface hidropônica, bem como criou um microbioma adequado e auxiliou no crescimento da hortalíça. Além disso, a predominância de EM na raiz poderia propiciar competição com o patógeno, devido aos bioativos e fitohormônios produzidos por simbiose na nova rizosfera. Tal sistema também poderia ser um veículo natural de fortificação de alimentos, ou seja, um novo arranjo de administração natural em substituição às micro ou nanocápsulas artificiais. O sistema de células vegetais de baixo custo desenvolvido com alface deve ser eficientemente introduzido na alimentação popular de rotina.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos (DCTA/ UEL);
 A equipe técnica do Laboratório de Solos do Programa de Agronomia (CCA/ UEL);
 A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsas.

Literatura citada

APHA. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. **American Public Health Association**. 5th ed., Washington: 2015.

BONFIM, F. P. et al. Caderno dos Microrganismos Eficientes (EM): **Instruções práticas sobre uso ecológico e social do EM**. 2. ed. Viçosa: Imprensa da UFV, 2011.

BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. **Rev. Ceres**, v.21, n.113, 1974.

BREMNER, J. M.; KEENEY, D. R. Steam distillation methods for determination of ammonia, nitrate and nitrite. **Anal. Chem. Acta**, Amsterdam, v.32, 1965.

BRUNO, L. M. et al. Avaliação microbiológica de hortaliças e frutas minimamente processadas comercializadas em fortaleza (CE). **B. Ceppa**, v.23, n.1, 2005.

CATALDO, D. A. et al. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. **Commun, soil science and plant analysis**, v.6, n.1, 1975.

HOAGLAND, D.; ARNON, D. The water culture method for growing plants without soil. Berkeley: **California Agricultural Experiment Station**, 1950.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do Estado Nutricional de Plantas**: princípios e aplicações. 2ª Edição. Potafós, 1992.

NASCIMENTO, M. V. et al. Manejo da adubação nitrogenada nas culturas de alface, repolho e salsa. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v.4, n.1, 2017.

SCHMIDT, D. et al. Desempenho de soluções nutritivas e cultivares de alface em hidroponia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, n.2, 2001.

SILVA, F. C. **Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. EMBRAPA, 1999.

SILVA, N. et al. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e água**. São Paulo: Varela, 2017.

Análise da produtividade de duas cultivares de alface pelo sistema de cultivo hidropônico no município de Palmas - TO

Jose Eustáquio Canguçu LEAL¹; Maria de Fatima RIBEIRO²; Lucas Filipe Ribeiro AVELINO³; Alice Carvalho do NASCIMENTO⁴; Edvaldo Vieira Pacheco SANTANA⁵

¹Professor Doutor do Departamento de Fitotecnia (IFTO). eustaquio@ifto.ed.br

²Inspetora de Recursos Naturais da Gerência de Pesquisa e Informação da Biodiversidade (NATURATINS). ftimaribeiro@yahoo.com.br

³Estudante de graduação em Engenharia Ambiental (UFT). Lucas.avelino@mail.uft.edu.br

⁴Estudante do curso Técnico em Agronegócio (IFTO). alice.nascimento@estudante.ifto.edu.br

⁵Professor Doutor do Departamento de Fitotecnia (IFTO). edvaldo@ifto.edu.br

Resumo: O presente estudo teve como objetivo avaliar a produtividade a partir da altura, massa fresca e número de folhas de duas cultivares de alface (Maurem e Estella-manteiga), pelo sistema hidropônico de produção. As mudas foram produzidas em espuma fenólica depositada na mesa de geminação. As plântulas foram transferidas para bancada definitiva. Foi utilizada solução nutritiva preparada conforme recomendação da Dripsol® para hidroponia (para cada 1000L, 660g de folhosas, 240g de Cálcio e 15g de Ferro). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com nove repetições. Após 43 dias, foram colhidas e submetidas a avaliação pelo teste de Tukey ao nível de 5%. Houve diferença significativa na produtividade das duas cultivares, sendo que Maurem produziram maços mais altos e mais massa fresca, enquanto Estella produziu maior número de folhas.

Palavras-chave: alimentos, produção, verduras.

Introdução

De acordo com relatório das United Nations (2017) e Roser (2019), o acréscimo de pessoas a cada ano, no mundo deve ficar entorno de 83 milhões, com expectativas para atingir 9,8 bilhões em 2050 e 10,9 no ano de 2100. Em função desse aumento populacional, a demanda por alimentos no mundo deverá ter aumento em torno 70%.

Aumentar a produção de alimentos para suprir as novas demandas têm se tornado desafiador, já que a expansão de áreas agricultáveis não é uma solução viável, pois de acordo com Brasil (2020), o desmatamento é apontado como um dos maiores problemas ambientais da atualidade, sendo importante responsável inclusive pelas mudanças climáticas.

A elevação da temperatura pode afetar a produtividade de muitas espécies vegetais, alface é um exemplo. A alface (*Lactuca sativa*), pertencente à família Asteraceae (HENZ E SUINAGA, 2009 e LINO E BEBÉ, 2021). É uma folhosa utilizada na alimentação humana desde cerca de 500 anos a.C.. Sendo mundialmente consumida, devido ao seu sabor agradável e facilidade de preparo, consumida *in natura* na forma de saladas (LINO e BEBÉ, 2021). Para Queiroz *et al.* (2017) e Canella *et al.* (2018), é uma das folhosas mais populares na alimentação dos brasileiros.

Segundo Henz e Suinaga (2009) a maioria das cultivares de alface apresenta melhor desenvolvimento em temperaturas amenas, entre 15°C e 24°C. De acordo com Sala e Costa (2012) e Lino e Bebé, (2021), é originária da região do mediterrâneo, sua introdução na Europa Ocidental teve início do século XV. No Brasil, foi trazida pelos portugueses em 1650. Segundo Demartelaere *et al.* (2020), possui baixo valor calórico e grande quantidade de água, rica em fonte de sais minerais, possui ainda fibras, vitaminas.

A produção de vegetais alimentícios para suprir as novas quantidades demandadas, sem perder em qualidade, pode exigir a escolha de tecnologias de produção e cultivares que melhor se adéquem as condições climáticas de cada região. Diante do exposto o objetivo

desse estudo foi avaliar a produtividade de alface a partir da altura, massa fresca e número de folhas de duas cultivares (Maurem e Estella-mantega), pelo sistema hidropônico de produção.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido em estufa do Instituto Federal do Tocantins, localizado nas coordenadas UTM fuso 22, 794614 E / 8871183 N, município de Palmas – TO. O local apresenta altitude em torno de 280 m. Segundo classificação de Köppen e Geiger, o clima é caracterizado como CW (tropical-quente e úmido). A temperatura média anual fica em torno de 26.8°C, a precipitação pluviométrica anual de 1.977 mm e a média de umidade relativa do ar em 85%.

Para o experimento foram produzidas duas cultivares de alface (Maurem e Stella-mantega), pelo sistema hidropônico convencional em ambiente protegido (estufa), utilizando a Técnica de Fluxo Laminar de Nutrientes (NFT), desenvolvida por Cooper (1975). Para cada cultivar foram semeadas 4 sementes em cada célula da espuma fenólica com 310 células e depositada na mesa de germinação. Depois de uma semana as plântulas foram transferidas para bancada definitiva (fase de crescimento) com perfis R80. São bancadas de 1,60 x 8 m, onde são encaixadas 9 canaletas com 28 furos cada, totalizando 252 furos para cada bancada.

A solução nutritiva foi preparada conforme recomendação da Dripsol® para hidroponia (para cada 1000L, 660g de folhosas, 240g de Cálcio e 15g de Ferro). A irrigação com a solução foi programada com temporizador “Time”, para permanecer ligado por períodos 15 minutos e desligado por intervalos 15 minutos.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com nove repetições. Os tratamentos constituídos por duas cultivares (Maurem e Stella), sendo as parcelas os canais de cultivo com maço de quatro plantas por furo. Após 43 dias (plantadas em 03/03/2022 e colhidas em 14/04/2022), foi realizada a colheita das plantas e avaliada a massa fresca, número total de folhas e altura dos vegetais por furo da bancada conforme BLAT *et al.*(2011).

Os dados foram submetidos e comparados pelo teste de Tukey ao nível de 5%. Após a obtenção do número de maços de plantas e massa de plantas fresca produzidos em cada bancada, estimou-se a produtividade total por hectare das plantas. A obtenção do número de plantas por parcela, levou em consideração a dimensão das mesmas, estimou-se o número de plantas por hectare e em seguida foi estimada a produtividade total e comercial por hectare

Resultados e Discussão

Dentre as cultivares de alfaces estudadas, aparentemente as plantas da cultivar Maurem foram as que apresentaram alturas mais elevadas das rosetas e maior massa, contudo menos número de folhas, quando comparadas com os maços de plantas presente nos furos dos canais de cultivo da cultivar Estella. A figura 1 mostra em A, um exemplar de folha da cultivar Maurem e em B da cultivar Estella.



Figura 1 - Duas folhas de alface (*Lactuca sativa*), sendo que A mostra um exemplar de folha da cultivar Maurem, e B um exemplar da cultivar e Estella.

Pelos resultados do teste de Tukey foi possível concluir que houve diferença significativa nas médias das variáveis, tamanho, massa e quantidade de folha das cultivares de alface em comparação. Conforme mostrado na tabela 1, $P < 0.05$ para todas as variáveis estudadas, devendo então ser rejeitar a hipótese nula de que não há diferença entre as médias.

Tabela 2 – Resultado do Teste de Tukey de duas cultivares de alface: Maurem e Estella-manteiga *presumindo variâncias diferentes*

	Altura das plantas		Massa das plantas (g)		Quantidade de folhas	
	Maurem	Estella	Maurem	Estella	Maurem	Estella
Média	26,04	20,63	159,04	86,77	18,96	33,83
Variância	1,43	1,72	540,07	242,19	3,87	24,58
Observações	24	24	24	24	24	24
Hipótese da diferença de média	0		0		0	
Gl	46		40		30	
Stat t	14,94		12,66		-13,66	
P(T<=t) uni-caudal	0,00		0,00		0,00	
t crítico uni-caudal	1,68		1,68		1,70	
P(T<=t) bi-caudal	0,00		0,00		0,00	
	2,01		2,02		2,04	

Tukey a 5% de probabilidade

O valor absoluto $t > t$ crítico bi-caudal, confirma a diferença significativa no resultado das médias das variáveis alturas das plantas (26,04 para Maurem e 20,63 para Estella), massa (159,04 para Maurem e 86,77 para Estella) e quantidade de folha (18,96 para Maurem e 33,83 para Estella) das cultivares em comparação. Magalhães *et al.* (2010), encontraram valores

próximos a esses para desempenho sete outras cultivares testadas em cultivo hidropônico, com médias de massa fresca em 124,3 g e de folha em 27 unidades.

Contudo também pelo sistema hidropônico, Maia (2019) conseguiu produzir massa fresca para a cultivar Mauren, com média muito superior (301,0 g), utilizando sete dias a mais de cultivo e em local com temperatura média mais amena (3,1°C mais abaixo). Aviz *et al.*, (2019), obteve tanto produtividade de massa fresca (54,97 g) como número de folhas (22) abaixo das produzidas aqui, no sistema produtivo em solo, em local com temperatura semelhante, média de 26,3 °C.

Considerando as dimensões das bancadas utilizadas nesse estudo mais a área necessária para de circulação, somam uma área de 17,85m². Se nessa área são produzidas 252 maços de alface, então para cada ciclo produtivo, são produzidos 141.176,47 maços. Considerando a média de massa por maço das cultivares, em um hectare, são produzidos 22,45 e 12,25 toneladas, respectivamente para cultivar Mauren e Estella.

Conclusões

Das cultivares estudadas, Mauren foi a que apresentou maiores tamanhos e massa verde por maço de alfaces e por consequência foi a que apresentou maior produtividade por hectare em cada ciclo produtivo.

A cultivar Estella-manteiga, no entanto, produziu maior número de folhas por maço da planta. Contudo, ambas as cultivares tiveram desempenho produtivo para as variáveis altura, massa e número de folhas, próximos a outras cultivares estudadas.

Literatura citada

AVIZ, R. O.; BORGES, L.; SILVA, M. J.; CASAIS, L.; CARMO, A.; SOARES, D.; SILVA, F.; CARVALHO, F. Adaptação de cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) às condições climáticas do sudeste paraense. In: **Grandes temas em Agronomia**. 2019, p.141-152.

BRASIL – Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação. **Quarta comunicação nacional do Brasil à convenção-quadro das nações unidas sobre mudança do clima**. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Brasília: 4 ed. p. 516, out. 2020.

CANELLA, D.S; LOUZADA, M.L.C.; CLARO, R.M.; COSTA, J.C.; BANDONI, D.H.; LEVY, R.B.; MARTINS, A.P.B. Consumo de hortaliças e sua relação com os alimentos ultraprocessados no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 52, São Paulo: may, 2018.

DEMARTELAERE, A.C.F.; PRESTON, H.A.F.; FEITOSA, S. dos S.; PRESTON, W.; SILVA, R.M.; ROSADO, A.K.H.B.; MEDEIROS, D.C. de; FERREIRA, M. dos S.; RODRIGUES, A.L. dos S.; BENJAMIM, R.F. A influência dos fatores climáticos sob as variedades de alface cultivadas no Rio Grande do Norte. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 11, p.90363-90378, nov. 2020.

HENZ, G.P. e SUINAGA, F. **Tipos de Alface Cultivados no Brasil**. Embrapa, Brasília, 2009. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPH-2010/36477/1/cot-75.pdf>>. Acesso em: 27 jan. 2021.

LINO, J.C.R.; BEBÉ, F.V. Experiência agroecológica com uso de coberturas de solo no cultivo de alface americana (*Lactuca sativa* L.), na região de Guanambi-BA. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, v. 2, n. 3, p. 98, 2021.

MAGALHÃES, A.G.; MENEZES, D.; RESENDE, L.V.; BEZERRA NETO, E. Desempenho de cultivares de alface em cultivo hidropônico sob dois níveis de condutividade elétrica. **Horticultura Brasileira**. v. 28, p. 316-320, 2010.

MAIA, J. P. **Comportamento agrônômico de cultivares de alface americana em sistema hidropônico**. 2019. 43 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Unidade Acadêmica Especial de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Goiás. Jataí, 2019.

QUEIROZ, A.A.; CRUVINEL, V.B.; FIGUEIREDO, K.M.E. Produção de alface americana em função da fertilização com organomineral. **Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v.14 n.25; p. 1053, 2017.

ROSER, M. Future Population Growth. **Our World in Data**, Nov. 2019. Disponível em: <<https://ourworldindata.org/future-population-growth#licence>>. Acesso em: 12 jun. 2021.

SALA, F.C. e COSTA, C.P. da. Retrospectiva e tendência da alfaceicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, Vitória da Conquista, Abr./June, 2012.

SAUSEN, D.; FERREIRA, C.R.L.; LOPES, S.C.D.; MARQUES, L.P.; SOUZA, A.J.M.; ALVES, E.C.G.A.; PATROCINIO, E.S.A.; CORDEIRO, K.A.S. Cultivo fora do solo: uma alternativa para áreas marginais. **Brazilian Journal. of Development**. Curitiba, v. 6, n. 3p. 14888-14903, 2020.

United Nations - Department of Economic and Social Affairs, Population Division. **World Population Prospects: The 2017 Revision**, v. I, New York, 2017. Disponível em: <https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2017_Volume-I_Comprehensive-Tables.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2022.

Aplicação de ferramentas de gestão da qualidade para maximização da produtividade de alface cultivada em sistema de fluxo laminar de nutrientes: um estudo de caso no sudoeste amazônico

Grazieli Stefani da Silva MARIANO¹, Larissa da Silva FERREIRA², Claudinei de OLIVEIRA³

¹Estudante de graduação em Bacharelado em Agronomia (IFRO)

²Estudante de graduação em Bacharelado em Agronomia (IFRO)

³Professor do Departamento de Ensino do Curso Bacharelado em Agronomia (IFRO)

Resumo: O sistema de hidroponia em fluxo laminar de nutrientes (NFT), é uma técnica de circulação de solução nutritiva em intervalos controlados onde as raízes ficam parcialmente submersas permitindo uma melhor absorção dos nutrientes. Esse estudo teve como objetivo entender as estratégias, processos e critérios utilizados na produção de alface (*Lactuca sativa* L.) em NFT, aplicando as ferramentas de gestão da qualidade para identificar possíveis *gaps* e propor medidas de intervenção para maximizar a produtividade. Para dar forma, embasou-se na metodologia de análise e controle de processos com ferramentas de gestão da qualidade, que envolvem a aplicação de folha de verificação para coletar os dados e entender o ambiente de produção, o diagrama de Ishikawa para mapear de forma gráfica as vertentes dos processos, o método dos 5 porquês para chegar a causa raiz dos possíveis problemas e o diagrama de pareto para definir a ordem de importância dos processos e tarefas que podem melhorar os resultados e aplicabilidade dos recursos. Identificou-se como problemas principais o manejo inadequado nos diversos processos de produção e no monitoramento da solução nutritiva. As ferramentas de qualidade permitiram mapear os principais problemas existentes nos processos produtivos que estão reduzindo a produtividade. As próximas etapas envolvem a utilização de ferramentas como o 5W2H que permite desenvolver um plano de ações com possíveis soluções para os principais problemas encontrados.

Palavras-chave: fluxo laminar de nutrientes, ferramentas de gestão da qualidade, maximização da produtividade.

Introdução

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma hortaliça herbácea anual, pertencente à família *Asteraceae* sendo a hortaliça folhosa mais popular na alimentação dos brasileiros e de expressiva importância social e econômica para o país, além de ser uma grande fonte de vitaminas e sais minerais, e ter uma grande facilidade de aquisição (MARTINEZ, 2016; HENZ E SUINAGA, 2009; GALON, 2012).

O censo agropecuário de 2017 aponta que o Brasil produziu cerca de 908 mil toneladas de alface, e em Rondônia, a produtividade foi de 2 mil toneladas. Quando comparado aos dados do censo agropecuário de 2016, a produtividade nacional de alface aumentou mais de 70% quando comparados ao ano de 2017, e esse aumento se dá graças ao sistema de produção hidropônico, conforme nos informa (LOPES et al., 2010; IBGE, 2016).

Estudos realizados por Andrade et al. (2017) demonstraram que a adoção do cultivo hidropônico em relação ao convencional, reduziu o tempo de produção, resultando em plantas mais vistosas, baixo ataque de pragas, agregando mais qualidade e valor ao produto. Uma questão que pode colocar em risco o sucesso do plantio hidropônico, é a falta de tecnologias para o controle diário dos processos de produção. Sabe-se que o avanço dessas tecnologias auxilia o agricultor a detectar, analisar e controlar suas plantações, no entanto, o domínio dessas perpassa, pelo entendimento e aplicação de métodos e técnicas que devem ser inseridas gradativamente no dia a dia do produtor, de maneira que ele possa absorver de forma clara as vantagens de seu uso (ROSA, 2017; LEITE et al., 2017). A partir desse contexto,

estetrabalho procura estabelecer estratégias de identificação dos principais processos de produtividade da produção hidropônica, contribuindo com possíveis ajustes nos métodos aplicados a fim de maximizar a produtividade.

Material e Métodos

O lócus do trabalho é uma propriedade, localizada do setor Chacareiro, Zona Rural no município de Monte Negro/RO, que doravante será chamada de Projeto Hidropônico, onde ocorre a produção de alface (*Lactuca sativa* L.) em sistema hidropônico com Fluxo laminar de nutrientes em uma área de aproximadamente 720m². Através do estágio obrigatório do curso supracitado, ocorreu a inserção no meio produtivo. Após definido um plano de atividades junto com o proprietário, supervisor e orientador do IFRO iniciou-se os trabalhos.

Primeiramente foi aplicado uma folha de verificação, para a análise de processos, com o objetivo de mapear todos os processos dentro da propriedade que envolvem a produção de alface hidropônica. Para entender os processos do sistema de produção de alface hidropônica em fluxo laminar de nutrientes, faz-se necessário conhecer os fatores de causa e efeito que podem influenciar a qualidade da produção. Para isso, foi adaptada a ferramenta Diagrama de Causa e Efeito de Ishikawa (1998), sendo que a cabeça representa o produto de qualidade e as espinhas os processos que se aplicados com responsabilidade podem levar ao sucesso da atividade.

Após o mapeamento dos processos, aplicou-se uma folha de verificação, para conhecer os entraves ocorrentes no sistema, a fim de desenvolver soluções para alcançar uma melhor eficiência produtiva. Para descobrir a verdadeira raiz do problema foi utilizado o método dos 5 porquês que é uma abordagem científica, utilizada no sistema Toyota de Produção, para se chegar à verdadeira causa raiz do problema, que geralmente está escondida através de sintomas óbvios (Ohno, 1997).

Na fase final do diagrama de Pareto usado para identificar os problemas mais importantes através de diferentes critérios, o diagrama de Pareto ajuda a equipe a focar os esforços nos principais pontos levantados na análise de modo a gerar mais resultados, proporcionando assim maiores ganhos para a melhoria do processo (OLIVEIRA, 2020).

Resultados parciais

Realizando a coleta de dados através da folha de verificação, foi possível mapear os segmentos, os processos dentro da propriedade que envolvem a produção de alface hidropônica e com o auxílio do Diagrama de Ishikawa e Diagrama de Pareto identificar os principais o segmentos do sistema produtivo, e fatores que possam ser causadores desses determinantes problema na produção de hidropônico de alface no Sistema Laminar de Nutrientes que consiste em:

- Segmentos produção e comercialização;
- Segmentos: Laboratório ou grandes produtores: produção de sementes, melhoramento genético, controle de produção e peletização;
- Segmentos sistema de produção de pequenos produtores de alface;

Para entender os processos do sistema de produção hidropônica de alface no sistema de Fluxo Laminar de Nutrientes, faz-se necessário conhecer os fatores de causa e efeito que podem influenciar a qualidade da produção. Para isso, aplicou-se o Diagrama de Ishikawa.

Acompanhando o processo produtivo, e realizando o *brainstorm* com a produtora, chegou-se a conclusão que existem três problemas principais, que estão causando a diretamente a diminuição da capacidade produtiva do sistema, sendo eles: a germinação irregular, tamanho não padronizado das plantas e murcha recorrente da olerícola. Dessa

forma, foi elaborado outro Diagrama de Causa e Efeito, para se obter os principais fatores que possam ser causadores desses determinantes problema (Figura 1).

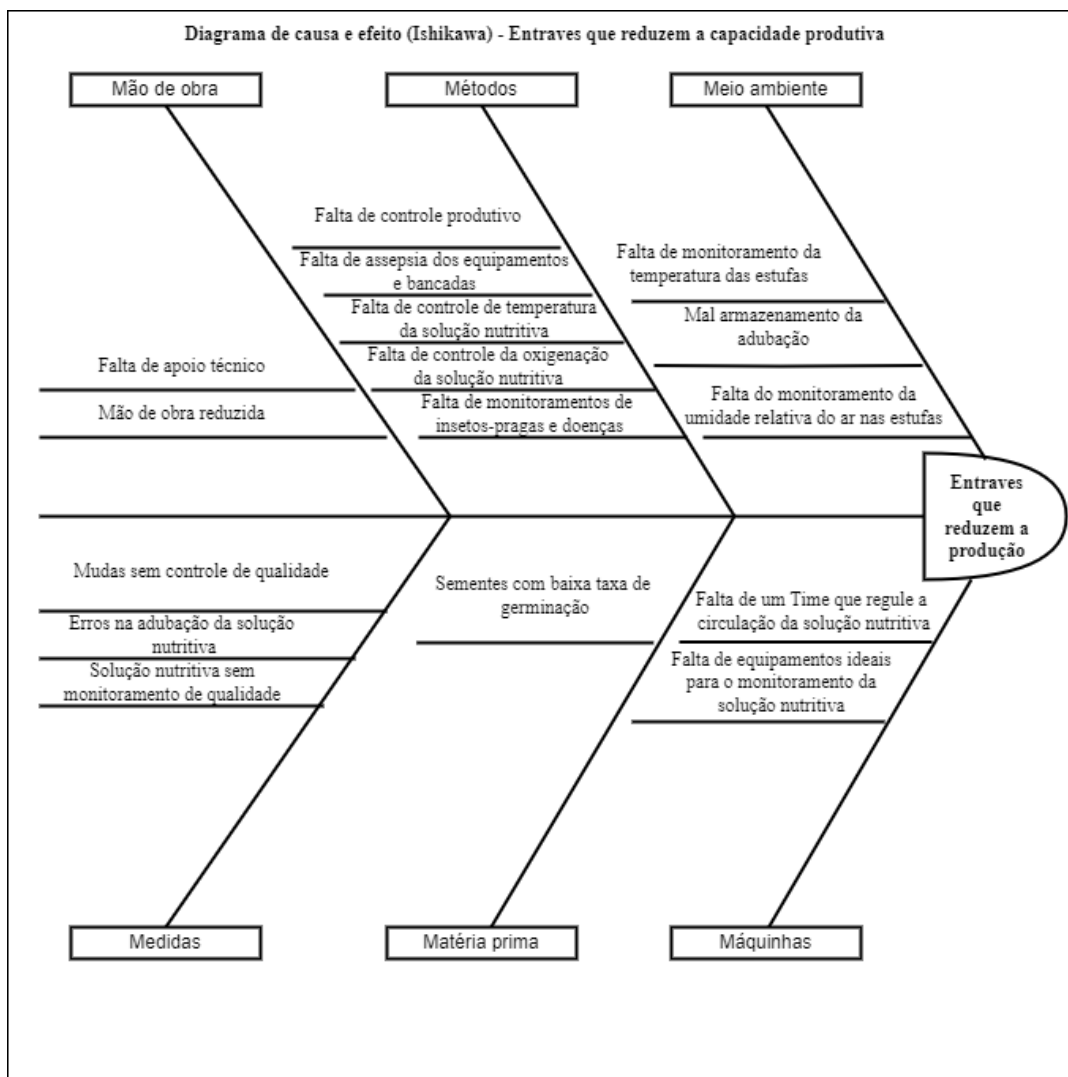


Figura 1 - Diagrama de causa e efeito do entraves do sistema de produção - Adaptado de Ishikawa.

A partir de um estudo mais detalhado, identificou-se como problema principal o manejo inadequado nos diversos processos de produção e no monitoramento da solução nutritiva.

Conclusões

As ferramentas de qualidade permitiram:

- mapear de forma descritiva e gráfica as vertentes dos processos;
- chegar a causa raiz dos problemas que são: manejo inadequado nos diversos processos de produção e no monitoramento da solução nutritiva.
- Definir a ordem de importância dos processos e as tarefas que podem melhorar os resultados e a aplicabilidade dos recursos;
- As próximas etapas envolvem a utilização de ferramentas como o 5W2H que permite desenvolver um plano de ações com possíveis soluções para os principais problemas encontrados.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, pelo apoio financeiro.

Literatura citada

ANDRADE D. L., BARROS A. P., SILVA T. L. A. **Cultivo de alface hidropônico como fonte alternativa de renda na agricultura familiar: Estudo de caso no município de Augustinópolis/TO**. II Congresso Internacional das Ciências Agrárias - COINTER, 2017.

GALON, K. **Avaliação do desempenho de cultivares de alface em cultivo hidropônico e panorama da hidroponia no Estado do Espírito Santo**. 2012. 92 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia; Recursos Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2012.

HENZ G. P., SUINAGA F. **Tipos de Alface Cultivados no Brasil**. Comunicado Técnico, Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2009.

IBGE - CENSO AGROPECUÁRIO. Tabela 6953 - Número de estabelecimentos agropecuários com horticultura, Quantidade produzida na horticultura, Quantidade vendida de produtos da horticultura, Valor da produção da horticultura e Valor da venda de produtos da horticultura, por tipologia, produtos da horticultura, condição do produtor em relação às terras e grupos de atividade econômica. Sidra - Censo agropecuário, 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6953>. Acesso em: 13 de abr. 2021

LEITE, José Roberto Emiliano et al. **A Internet das Coisas (IoT): Tecnologias e Aplicações**. Dezembro, 2017.

LOPES C. C., SILVA J. B. C., GUEDES I. M. R. **Doenças em Cultivos Hidropônicos e Medidas de Controle**. Comunicado técnico, Embrapa, Brasília, DF, 2015.

MARTINS B. H. S., FEIDEN A. Valor nutricional do cultivo de alface hidropônica. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.5, n.4, p.481- 489, 2016

NETO E. B. **Hidroponia. Cadernos do Semiárido: riquezas e oportunidades** / Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco – v. 6, n. 6 (jul./ago. 2016) – Recife: EDUFRPE, 2017.

OLIVEIRA, Rodrigo. **Princípio de Pareto 80/20: Para Maximizar os Resultados (trabalhe menos e faça mais - 20% das causas resolvem 80% dos problemas)** (p. 2). Edição do Kindle.

OLIVEIRA, Rodrigo. **5 Porquês: Ferramenta de Análise e Solução de Problemas (na causa raiz - cinco porquês - melhoria contínua - lean six sigma)** (p. 33). Edição do Kindle.

ROSA, Rafael Pedroso da. **Dispositivos IoT aplicáveis à agricultura intensiva e os resultados já alcançados**. Datacenter: projeto, operação e serviços-Unisul Virtual, 2017.

Aplicação de extrato de *Kappaphycus alvarezii* em rúcula cultivada em sistema hidropônico

Clarissa Castoldi FACCO¹, Juliano Silveira MACHADO¹

¹Estudante de Agronomia (UFSC). E-mail: clarissafacco@gmail.com

Resumo: O cultivo da macroalga *Kappaphycus alvarezii* está aumentando em escala global em virtude de sua facilidade de cultivo e alta produtividade, fatores que somados à sua versatilidade de uso proporcionam variadas aplicações, desde uso na alimentação humana até formulação em cosméticos, de forma que o cultivo da macroalga pode constituir uma fonte alternativa de renda para maricultores que enfrentam dificuldades na maricultura. Estudos demonstram a capacidade da *K. alvarezii* em produzir compostos que contribuem para a biossíntese hormonal de plantas, podendo contribuir no crescimento de variadas espécies vegetais. O objetivo deste trabalho foi avaliar o extrato de *Kappaphycus alvarezii* fabricado em Florianópolis/SC no crescimento de plantas de rúcula cultivadas em sistema hidropônico. Foram realizados quatro tratamentos com quatro repetições cada, totalizando 16 amostras, em delineamento experimental quadrado latino. Não foram encontradas diferenças significativas nos tratamentos com aplicação do extrato de *K. alvarezii* em comparação ao tratamento sem extrato.

Palavras-chave: hidroponia, alternativa, macroalga.

Introdução

Nos últimos anos vem sendo verificado o aumento no cultivo de macroalgas no litoral brasileiro. Uma espécie que está se destacando é a *Kappaphycus alvarezii*, essa macroalga possui facilidade de cultivo e, além de contar com altas produtividade, conta também com técnicas produtivas bem consolidadas (Pickering *et al.* 2007). O uso de extratos de algas na agricultura de maneira geral também está aumentando, atualmente *Ascophyllum nodosum* é a alga mais utilizada e com maior variedade de produtos disponíveis no mercado, porém é uma espécie de origem europeia que se desenvolve em clima próprio da região. Diversos trabalhos demonstram o efeito desta alga nas plantas, que variam da indução de resistência até o estímulo ao desenvolvimento (Arrais *et al.*, 2016; Melo *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2012). Além do *A. nodosum*, outras algas vêm apresentando resultados interessantes na agricultura, como a *Spirulina platensis* (Oliveira *et al.*, 2013) e *Lithothamnium calcarium*. Essas espécies são extraídas na Europa, na região nordeste do Brasil ou produzidas em reatores, sendo interessante a busca por espécies com potencial agrônomo que possam ser produzidas por maricultores, como a *K. alvarezii*. Destaca-se também que as macroalgas marinhas constituem importante fonte de renda para diversos maricultores da região litorânea do estado de Santa Catarina que em virtude de dificuldades relacionadas à maricultura, podem obter fonte alternativa de renda com o cultivo de macroalgas.

A hidroponia é um importante sistema de produção, dentre seus inúmeros benefícios podem ser citados: a possibilidade de cultivo em áreas desérticas, onde as formas tradicionais de cultivo não são possíveis; a redução no uso de água (a água circula no sistema, ocorrendo um baixo desperdício e menor uso deste recurso); maior valor agregado nos produtos; redução da incidência de moléstias (já que as telas evitam a entrada de pragas e a distância das plantas ao solo dificultam o acesso de pragas e patógenos). Além destes benefícios, a hidroponia é uma excelente forma para se estudar o efeito de diferentes produtos, tais como nutrientes minerais, vitaminas, reguladores de crescimento e biofertilizantes, isto se deve ao fato da hidroponia constituir de um sistema com maior

precisão das condições produtivas presentes, ocorrendo um alto controle de todos os elementos disponibilizados por meio de soluções nutritivas. O presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito de diferentes concentrações do extrato de *K. alvarezii* produzido no litoral do estado de Santa Catarina em plantas de rúcula cultivadas em sistema hidropônico.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina em Florianópolis/SC (Latitude 27° 34 '58" Sul e Longitude 48° 30' 20" Oeste) nos meses de maio e junho. A sementeira e crescimento das plantas de rúcula (*Eruca sativa* L.) ocorreu na casa de vegetação do Laboratório de Hidroponia (LabHidro) com estrutura do tipo arco, com 10 m de largura, 30 m de comprimento e 5 m de pé-direito, revestida de tela branca 50% nas laterais e cobertura de filme de polietileno de baixa densidade de 125 micras de espessura. Foram utilizadas rúculas crescidas no sistema de produção de plântulas do LabHidro, que consiste em uma bancada do tipo NFT com 12% de declividade, local em que as plântulas cresceram durante 14 dias em espuma fenólica, em seguida foram transferidas para vasos hidropônicos em sistema do tipo mini floating, sendo este um sistema fechado constituído por um pote plástico com medidas aproximadas de 12 x 13,4 x 18 cm (altura x largura x comprimento) dotado de funil plástico onde o conjunto plântula e espuma fenólica foi acondicionado, ficando a base do conjunto (espuma fenólica) em contato com a solução nutritiva durante todo o tempo. Os vasos foram envoltos por fita adesiva de cor prata, para proteger a solução nutritiva da ação de raios solares e do aumento de temperatura. Foi utilizada a solução nutritiva formulada por Furlani *et. al.* (1999) com adaptações de Barcelos-Oliveira (2008) com condutividade elétrica de 0,9 dS.m⁻¹. Para cada unidade experimental no sistema de mini floating foram utilizados 1400 mL de solução nutritiva.

O extrato da alga *K.alvarezii* utilizado foi fabricado na região da Grande Florianópolis/SC. Para este experimento foram utilizadas três diferentes concentrações além do tratamento testemunha, resultando nos seguintes tratamentos: T1 - tratamento sem aplicação de extrato; T2 - aplicação de 2 mL de extrato, T3 - aplicação de 4 mL de extrato e T4 - aplicação de 8 mL de extrato. Para cada tratamento foram realizadas 4 repetições, totalizando 16 amostras. O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino.

Foram empregados 1400 mL de solução nutritiva para cada unidade experimental. Primeiramente a solução foi transferida para um béquer plástico e em seguida com auxílio de uma pipeta foi feita adição do extrato, com a concentração determinada para cada tratamento, seguidamente o composto foi transferido para cada vaso mini floating. Este processo foi realizado a cada sete dias, seguindo as quantidades indicadas de extrato para cada tratamento. O experimento foi realizado de 17 de maio a 15 de junho, resultando em 29 dias de crescimento no sistema mini floating que somados aos 14 dias no sistema de crescimento de plântulas totalizou 43 dias de desenvolvimento da rúcula.

A coleta do experimento foi realizada dia 15 de junho e na sequência foram avaliados os parâmetros peso da massa fresca da parte aérea e peso da raiz. Foi gerada uma tabela de ANOVA (análise de variância) e a partir desta foi feito o teste Tukey de separação de médias, com 5% de significância.

Resultados e Discussão

As variáveis massa fresca da parte aérea e massa da raiz estão apresentadas nos gráficos a seguir (Figura 1a e figura 1b). As diferentes doses de extrato não trouxeram incremento na massa das raízes e nem na massa da parte aérea, nas condições deste experimento. Hipóteses como: forma de armazenamento do extrato, forma de extração deste extrato, local de cultivo e

armazenamento destas algas, bem como as condições ambientais a que foram expostas durante todo o ciclo de cultivo podem ser levantadas, já que talvez alguma dessas possibilidades tenha interferido na expressão dos benefícios deste produto.

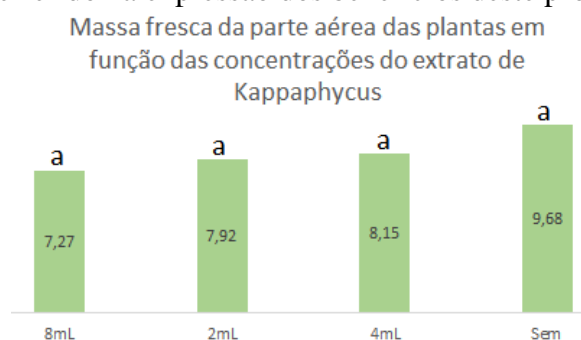


Figura 1a – Massa fresca da parte aérea de rúcula em função de diferentes tratamentos com extrato de *Kappaphycus alvarezii*, segundo teste tukey. Letras iguais representam não ter ocorrido diferença significativa entre as médias.

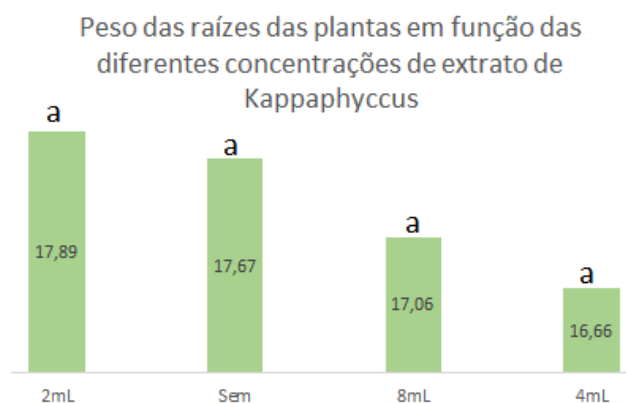


Figura 1b – Peso das raízes de rúcula submetida a diferentes tratamentos com extrato de *Kappaphycus alvarezii*, segundo teste tukey. Letras iguais representam não ter ocorrido diferença significativa entre as médias.

A ocorrência de sete dias seguidos de pouca luminosidade no início do mês de junho ocasionou maior tempo das plantas submetidas ao crescimento no sistema floating, podendo este fator ser relevante para o baixo incremento de massa fresca da parte aérea de maneira geral no experimento.

Conclusões

Não ocorreram diferenças significativas nos tratamentos com aplicação do extrato de *Kappaphycus alvarezii* em comparação com o tratamento sem aplicação.

Se faz relevante a realização de novos experimentos com aplicação de quantidades superiores do extrato de *K. alvarezii* em comparação às quantidades utilizadas neste experimento, a fim de demonstrar se maiores concentrações podem produzir efeitos nas plantas.

Além da rúcula, sugere-se utilização de outras espécies comumente cultivadas no meio hidropônico para realização destes experimentos.

Literatura citada

ARRAIS, Í. G.; ALMEIDA, J. P. N. DE; DANTAS, L. L. DE G. R.; SILVA, F. S. O.; SILVA, C. C. DA; MENDONÇA, V. Extrato da alga *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis na produção de porta-enxertos de *Annona glabra* L. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, n. 2, p. 234–241, 2016.

BARCELOS-OLIVEIRA, J. L. Formulação de correção para alface hidropônica em sistema NFT, com plantas de mesma idade na bancada final. In: II Encontro Sul- Brasileiro de Hidroponia, Florianópolis. **Anais**, Florianópolis, TecArt Editora, p.18-25, 2008.

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

MELO, P. C. DE; FURTINI NETO, A. E. Avaliação do *Lithothamnium* como corretivo da acidez do solo e fonte de nutrientes para o feijoeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, p. 508–519, jun. 2003.

MELO, T. A. DE; ARAÚJO, M. U. P.; SERRA, I. M. R. DE S.; PASCHOLATI, S. F. Produtos naturais disponíveis comercialmente induzem o acúmulo de fitoalexinas em cotilédones de soja e mesocótilos de sorgo. **Summa Phytopathologica**, v. 43, p. 205–211, set. 2017.

OLIVEIRA, J. DE; MÓGOR, G.; MÓGOR, Á. Produtividade de beterraba em função da aplicação foliar de biofertilizante. **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 2, 18 dez. 2013.

PEREIRA, L.; MORRISON, L.; SHUKLA, P. S.; CRITCHLEY, A. T. A concise review of the brown macroalga *Ascophyllum nodosum* (Linnaeus) Le Jolis. **Journal of Applied Phycology**, v. 32, n. 6, p. 3561–3584, 1 dez. 2020.

PICKERING, T.D.; SKELTON, P.,SULU, J.R. Intentional introductions of commerciallyharvested alien seaweeds.**Botanica Marina** 50, p. 338-350, 2007.

SILVA, C. P. DA; GARCIA, K. G. V.; SILVA, R. M. DA; OLIVEIRA, L. A. DE A.; TOSTA, M. DA S. Desenvolvimento inicial de mudas de couve-folha em função do uso de extrato de alga, *Ascophyllum nodosum*. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 1, p. 9, 2012.