

Desenvolvimento de mudas de *Salvia officinalis* em diferentes substratos a base de húmus

Desarrollo de plántulas de *Salvia officinalis* sobre diferentes sustratos a base de húmus

Development of *Salvia officinalis* seedlings on different humus-based substrates

Marines Batalha Moreno Kirinus^{1*} <https://orcid.org/0000-0001-9375-5215>

Caroline Farias Barreto¹ <https://orcid.org/0000-0002-5568-5305>

Gustavo Schiedeck² <https://orcid.org/0000-0003-3157-3365>

¹Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia da Faculdade Eliseu Maciel. Rio Grande do Sul, Brasil.

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Departamento de Fitotecnia. Rio Grande do Sul, Brasil.

*Correspondente responsável: marinesfaem@gmail.com

RESUMO

Introdução: A *Salvia officinalis* é muito utilizada na medicina, culinária e na indústria, por sua importância econômica vem-se estudando o manejo desta espécie para a instalação em grande escala de produção a campo.

Objetivos: O experimento objetivou gerar uma alternativa viável para o crescimento e desenvolvimento, bem como a produção de mudas de sálvia, com diferentes substratos comerciais e concentrações de húmus líquido e sólido, tendo em vista a crescente demanda do mercado consumidor por produtos saudáveis e fitoterápicos.

Métodos: O trabalho teve o delineamento experimental inteiramente casualizado e foi conduzido em casa de vegetação com irrigação controlada, utilizando o substrato Ecocitrus e Mecplant nas concentrações: substrato puro (controle), adição de húmus sólido a 10 % e a 20 %, adição de húmus líquido a 10 % e a 20 %. As características avaliadas nos substratos foram condutividade elétrica, densidade e pH, já nas plantas foram porcentagem de

germinação, comprimento da parte aérea, comprimento da raiz principal, número de raízes, massa da matéria fresca e massa da matéria seca.

Resultados: As características dos substratos estavam dentro dos padrões de produção de mudas. Para as variáveis fitotécnicas comprimento da parte aérea e raízes, número de raízes, massa seca da parte aérea e massa fresca das raízes foram mais significativos para MEC nos tratamentos com húmus sólido, tanto a 10 % quanto 20 %, em contraste, no substrato ECO, para essas mesmas variáveis analisadas, os tratamentos que detiveram maior significância foram com enriquecimento de húmus líquido em ambas concentrações.

Conclusões: A adição de húmus sólido ou líquido melhorou as condições de crescimento e desenvolvimento da sálvia, em ambos os substratos, no entanto o húmus sólido a 20 % melhorou as características de densidade e pH, resultando nas melhores respostas no desenvolvimento das mudas.

Palavras-chave: *Salvia officinalis*; sálvia dos jardins; fitoterápica.

RESUMEN

Introducción: La especie *Salvia officinalis* es muy utilizada en la medicina, en la cocina y en la industria debido a su importancia económica. Por este motivo, se ha estudiado el manejo de esta especie para su producción de campo a gran escala.

Objetivos: Diseñar una alternativa viable para la producción a gran escala de plántulas de salvia con diferentes sustratos comerciales y concentraciones de humus líquido y sólido.

Método: Se empleó un diseño completamente al azar y se realizó en un invernadero con riego controlado utilizando el sustrato Ecocitrus y Mecplant en los diferentes grupos del estudio. Las características evaluadas en los sustratos fueron conductividad eléctrica, densidad y pH. En las plantas fueron el porcentaje de germinación, la longitud del brote, la longitud de la raíz principal, el número de raíces, la masa de materia fresca y la masa de materia seca.

Resultados: Las características de los sustratos utilizados son viables para la producción de plántulas. Los parámetros evaluados: longitud de tallo y raíz, número de raíces, masa seca de brote y masa fresca de raíz fueron más significativos con el uso de Mecplant con humus sólido en concentraciones del 10 y del 20 %, a diferencia del sustrato Ecocitrus. Los tratamientos que tuvieron mayor significancia fueron los que contaron con el humus líquido en ambas concentraciones.

Conclusiones: La adición de humus sólido o líquido mejoró las condiciones de crecimiento y desarrollo de la salvia en ambos sustratos. Sin embargo, el humus sólido al 20 % mejoró las características de densidad y pH, y como consecuencia del desarrollo de las plántulas.

Palabras clave: *Salvia officinalis*; salvia de jardín; medicina herbaria.

ABSTRACT

Introduction: The species *Salvia officinalis* is widely used in medicine, cooking and industry due to its economic importance. For this reason, the management of this species for large-scale field production has been studied.

Objective: To design a viable alternative for the large-scale production of sage seedlings with different commercial substrates and concentrations of liquid and solid humus.

Methods: A completely random design was used and performed in a greenhouse with controlled irrigation using the Ecocitrus and Mecplant substrate in the different study groups. The characteristics evaluated in the substrates were electrical conductivity, density and pH. In plants, they were the percentage of germination, the length of the shoot, the length of the main root, the number of roots, the mass of fresh matter and the mass of dry matter.

Results: The characteristics of the substrates used are viable for the production of seedlings. The parameters evaluated: stem and root length, number of roots, dry bud mass and fresh root mass were more significant with the use of Mecplant with solid humus in concentrations of 10 and 20%, unlike the Ecocitrus substrate. The treatments that had the greatest significance were those that had liquid humus in both concentrations.

Conclusions: The addition of solid or liquid humus improved the conditions of growth and development of sage in both substrates. However, the 20% solid humus improved the density and pH characteristics, and as a consequence of the development of the seedlings.

Keywords: *Salvia officinalis*; garden sage; herbal medicine.

Recibido: 20/10/2020

Aceptado: 18/11/2021

Introdução

A *Salvia officinalis* L. (Sp. Pl. 1: 23. 1753.) é uma planta aromática da família Lamiaceae, nativa da região do Mediterrâneo, subarborescente, de hábito perene e de rápido crescimento, com ampla utilização na medicina popular, culinária e indústria cosmética, sendo cultivada em regiões de clima temperado ao redor do mundo.⁽¹⁾

Por sua importância econômica, diversos estudos recentes têm dedicado interesse ao manejo da espécie após sua instalação a campo,⁽²⁾ especialmente no intuito de aumentar a produção e o rendimento de óleo essencial.⁽³⁾ Na implantação de áreas de cultivo, a produção de mudas é o método mais adotado,⁽⁴⁾ principalmente através de estacas e de sementes, com boa qualidade com altos índices de germinação e vigor. Contudo, os estudos relacionados à produção de mudas ainda é restrito. Principalmente quando se diz respeito ao substrato, material puro ou enriquecido, utilizado para o desenvolvimento das mudas.⁽⁵⁾

A produção de mudas é uma etapa que influencia diretamente no desempenho final das plantas. Sendo que o substrato em que se desenvolve a muda reflete diretamente nas respostas da planta, como em sua vitalidade, crescimento, arquitetura e sanidade, bem como na proporção de misturas com materiais orgânicos e inorgânicos.⁽⁶⁾

O húmus de minhoca é uma ótima alternativa de incremento para o substrato comercial em sistema de produção orgânico, por ser um excelente fertilizante capaz de melhorar os atributos do solo e aumentar o carbono orgânico.⁽⁷⁾ As substâncias húmicas apresentam uma grande quantidade de macromoléculas funcionais que desempenham reações químicas e bioquímicas.⁽⁷⁾

As substâncias húmicas apresentam supramoléculas, predominando as hidrofílicas (ácidos fúlvicos) e hidrofílica-hidrofóbicas (ácidos húmicos), contribuem para a elevação da capacidade de oxidação e a atividade de elétrons, visamos aumento das suas formas reduzidas e à geração de cargas negativas nesses sistemas.⁽⁸⁾ Esse processo de fracionamento e solubilidade das substâncias húmicas é descrito pela Sociedade Internacional de Substâncias Húmicas.⁽⁹⁾ Essas substâncias interferem indiretamente no metabolismo vegetal, pelo aumento da capacidade de troca catiônica, retenção de umidade e fornecimento de nutrientes,^(5,10) também pode interferir diretamente na atividade respiratória, síntese de ácidos nucleicos e no conteúdo de clorofila.⁽⁸⁾

Neste contexto, este trabalho tem por objetivo elucidar o desenvolvimento de plantas de *S. officinalis* com a utilização de diferentes substratos comerciais com a adição de húmus, líquido e também sólido bem como identificar quais tratamentos demonstraram os melhores efeitos nas plântulas. Espera-se com essa identificação, solucionar problemas relacionados ao manejo na produção, gerando assim uma proposta viável para o crescimento e desenvolvimento apresentando ainda uma alternativa com a utilização de insumos agroecológicos.

Métodos

O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação, com irrigação controlada por microaspersão duas vezes ao dia, por um minuto, para manutenção da umidade. A casa de vegetação localiza-se na Estação Experimental Cascata da Embrapa, no 5º distrito de Pelotas do Rio Grande do Sul, Brasil (31°37'S, 52°31'O e altitude de 190 m). A espécie estudada neste experimento foi *S. officinalis* L., utilizou-se todas as estruturas vegetativas da planta.

O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados, em esquema fatorial 2x5, sendo dois substratos e quatro enriquecimentos dos substratos com húmus líquido e sólido e controle, com 4 repetições de 20 plantas. Os substratos comerciais utilizados foram Ecocitrus® (ECO) e Mecplant® (MEC). Os tratamentos foram substrato puro (controle); substrato+adição de húmus sólido a 10 % (10S) e a 20 % (20S); substrato+adição de húmus líquido a 10 % (10L) e a 20 % (20L).

Húmus proveniente de vermicompostagem de minhocas da Califórnia (*Eudrilus sp.*) com esterco bovino. A preparação do húmus líquido foi executada através do método adaptado de Schiedeck.⁽¹¹⁾ onde foram colocados 3,450 kg de húmus sólido dentro de um saco de tecido (acetato de celulose) em 20 litros de água, agitando constantemente por 24 h, em tonel aerado.

Para a caracterização dos substratos foram realizadas as análises de densidade, condutividade elétrica e pH. Para determinar a densidade úmida e seca utilizou-se o método adaptado das definições e normas para substrato de plantas (MAPA).⁽¹²⁾

A condutividade elétrica (CE) dos substratos foi mensurada com um condutímetro digital com temperatura média de 12 °C, na proporção de diluição em água de 1:5 (20 g de substrato em 200 mL de água destilada), os resultados obtidos foram expressos em $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25 °C. O pH dos substratos foi medido com pHmetro digital.

Os substratos foram distribuídos em bandejas de polietileno expandido com 128 células, semearam-se duas sementes por célula. Realizaram-se duas aplicações de húmus líquidos, sendo a primeira após a semeadura e a segunda 10 dias depois. Na célula em que houve a germinação das duas sementes, realizou-se o desbaste de uma das mudas.

Após 30 dias da semeadura procederam-se as análises laboratoriais nas mudas frescas como o comprimento da parte aérea (mm), comprimento da raiz principal (mm), número de raízes, massa da matéria fresca (g), da parte aérea e radicular. Posteriormente as amostras vegetais foram secas em estufa de secagem, com circulação de ar forçada, a ± 50 °C por 48 h, sendo

imediatamente procedidas as análises de massa da matéria seca (g) de parte aérea e de raízes. Para estas análises utilizou-se paquímetro digital e balança analítica.

Os dados dos experimentos foram analisados pela análise de variância ($p>0,05$). A análise de resíduos verificou-se a adequação dos dados aos pressupostos da análise de variância e, quando necessário, transformados pela transformação de Box-Cox. Em seguida as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Resultados

A densidade inicial (Tabela 1) dos substratos MEC e ECO apresentou diferenças onde para MEC a variação foi de 42,73 % (inicial 274,94 % e final 117,50 %) e para ECO 85,60 % (inicial 267,45 % e final 228,92 %). Já para a umidade dos substratos, apenas ECO apresentou variações do início ao final da execução do experimento com 80 % de variação (inicial 0,65 % e final de 0,52 %), e o MEC se manteve em 0,66 % de umidade.

Tabela 1 - Densidade e umidade média de dois substratos, no início e final da produção de mudas de sálvia (*S. officinalis*L.), independentemente da formas de enriquecimento nutricional com húmus de minhoca

Substrato	Densidade (g L ⁻¹)			Umidade (%)		
	Inicial	Final	Varição (%)	Inicial	Final	Varição (%)
MEC	274,94 (±0,06)	117,50 (±7,92)	42,73	0,66 (±0,01)	0,66 (±0,01)	-
ECO	267,45 (±12,84)	228,92 (±22,39)	85,60	0,65 (±0,02)	0,52 (±0,02)	80,00

Ao analisarmos o substrato e a forma de enriquecimento observamos uma interação positiva com húmus líquido e sólido nas diferentes concentrações, tanto para a condutividade elétrica quanto para o pH (Tabela 2).

No substrato MEC o tratamento 20L apresentou o maior valor para a condutividade elétrica (110,2±7,8 $\mu\text{S cm}^{-1}$), significativamente superior aos outros tratamentos. O menor valor foi observado no substrato MEC puro (56,8±3,1 $\mu\text{S cm}^{-1}$), mas que não diferiu de 10L, 10S e 20S. Por sua vez, no substrato ECO o maior valor foi verificado no tratamento 10L (314,3±1,1 $\mu\text{S cm}^{-1}$) e o menor no substrato puro (209,0±10,7 $\mu\text{S cm}^{-1}$). Os demais tratamentos apresentaram valores intermediários que variaram entre 252 e 278 $\mu\text{S cm}^{-1}$.

Quanto ao pH dos substratos, não houve diferença entre as formas de enriquecimento, no entanto o substrato ECO teve valor médio elevado, ficando ao redor de 8,4 (±0,02) (Tabela 2). Já no substrato MEC, o valor mais elevado ocorreu no tratamento 20S (7,0±0,04), embora não tenha diferido do substrato puro. O valor mais baixo de pH foi

verificado no tratamento 20L (6,4±0,03), não diferindo de 10S e 10L que obtiveram valores intermediários.

Tabela 2 - Análise de variância das variáveis estudadas de mudas de sálvia (*S.officinalis*L.) em relação ao substrato, à forma de enriquecimento nutricional e sua interação

Variável	Substrato			Enriquecimento			Substrato x enriquecimento		
	GL	F	p(<0,05)	GL	F	p(<0,05)	GL	F	p(<0,05)
CPA*	1	41,5885	7,81e ⁻⁰⁷	4	9,8996	5,27e ⁻⁰⁵	4	28,8453	3,19e ⁻⁰⁹
CR	1	263,1144	2,15e ⁻¹⁶	4	10,1614	2,5e ⁻⁰⁵	4	8,0208	0,0002
NR*	1	435,0967	2,07e ⁻¹⁹	4	7,8333	0,0002	4	1,9682	0,1249
MF-PA*	1	13,6713	0,0009	4	1,5433	0,2150	4	6,3050	0,0008
MS-PA	1	6,5740	0,0156	4	5,2987	0,0024	4	4,8097	0,0041
MF-R*	1	157,1076	3,12e ⁻¹³	4	3,2484	0,0256	4	2,6857	0,0510
MS-R*	1	300,0162	7,78e ⁻¹⁷	4	10,2556	2,67e ⁻⁰⁵	4	10,6115	2,02e ⁻⁰⁵
CE	1	2761,1835	6,54e ⁻²³	4	38,7651	3,73e ⁻⁰⁹	4	22,0756	4,22e ⁻⁰⁷
pH	1	2377,6205	2,88e ⁻²²	4	5,3773	0,0042	4	11,0318	6,86e ⁻⁰⁵

CPA: comprimento de parte aérea; CR: comprimento de raízes; NR: número de raízes principais; MF: massa fresca; MS: massa seca; PA: parte aérea; R: raízes; CE: condutividade elétrica. *: dados otimizados pela transformação de Box-Cox.

Para as variáveis fitotécnicas, na tabela 3, observa-se que o CPA foi afetado pelas formas de enriquecimento e dos substratos utilizados, principalmente no MEC que desenvolveu plântulas com maior alongamento, ao ser enriquecido com húmus sólido. Ainda, no 20S influenciou o percentual de MS-R, aumentando da biomassa do tecido vegetal. Já no substrato ECO apenas no enriquecimento com húmus líquido observou-se um alongamento das plântulas, nos índices de CPA e CR. No tratamento 20L observa-se um aumento na biomassa com os índices de MF e MS da parte aérea.

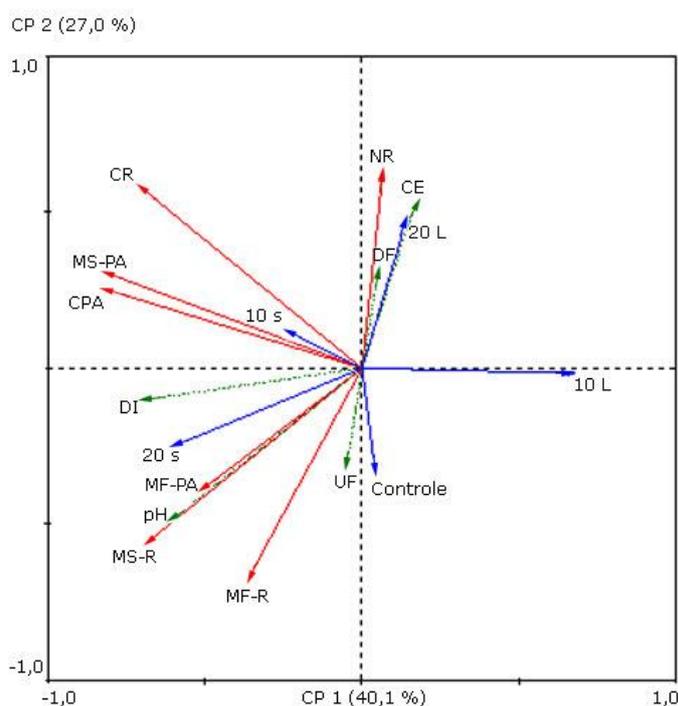
Tabela 3 - Médias de variáveis fitotécnicas de mudas de sálvia (*S.officinalis*L.) produzidas em dois substratos sob diferentes formas de enriquecimento nutricional com húmus de minhoca, sólido e líquido

	Substrato MEC													
	CPA (cm)		CR (cm)		NR (n°)		MF-PA (g)		MS-PA (g)		MF-R (g)		MS-R (g)	
Controle	5,06 (±0,03)	bc	6,19 (±0,17)	a	13,43 (±0,17)	a	3,46 (±0,25)	a	1,91 (±0,02)	a	3,48 (±0,08)	a	2,32 (±0,10)	ab
10L	4,68 (±0,13)	c	5,94 (±0,11)	a	15,18 (±0,40)	a	3,37 (±0,06)	a	1,87 (±0,01)	a	2,93 (±0,25)	a	2,02 (±0,08)	c
10S	5,69 (±0,13)	a	6,76 (±0,35)	a	13,93 (±1,26)	a	3,91 (±0,20)	a	1,93 (±0,02)	a	2,93 (±0,16)	a	2,14 (±0,03)	bc
20L	5,04 (±0,19)	bc	6,71 (±0,12)	a	15,58 (±0,48)	a	3,28 (±0,26)	a	1,92 (±0,01)	a	2,99 (±0,30)	a	1,99 (±0,04)	c
20S	5,52 (±0,14)	ab	6,87 (±0,25)	a	14,90 (±0,47)	a	3,82 (±0,13)	a	1,95 (±0,02)	a	4,17 (±0,51)	a	2,64 (±0,05)	a
	Substrato ECO													
	CPA (cm)		CR (cm)		NR (n°)		MF-PA (g)		MS-PA (g)		MF-R (g)		MS-R (g)	

Controle	3,75 (±0,08)	b	3,35 (±0,21)	d	4,70 (±0,39)	b	2,96 (±0,05)	b	1,83 (±0,02)	c	1,95 (±0,01)	a	1,76 (±0,01)	a
10L	5,13 (±0,08)	a	4,66 (±0,14)	ab	7,25 (±0,22)	a	3,19 (±0,02)	b	1,91 (±0,01)	ab	2,00 (±0,03)	a	1,76 (±0,03)	a
10S	3,85 (±0,10)	b	3,71 (±0,24)	cd	7,78 (±0,78)	a	3,01 (±0,08)	b	1,89 (±0,02)	b	1,96 (±0,02)	a	1,77 (±0,01)	a
20L	5,62 (±0,13)	a	5,44 (±0,07)	a	8,30 (±0,29)	a	3,73 (±0,09)	a	1,94 (±0,00)	a	1,93 (±0,12)	a	1,81 (±0,02)	a
20S	3,95 (±0,29)	b	4,32 (±0,29)	bc	7,27 (±0,50)	a	3,16 (±0,05)	b	1,89 (±0,00)	ab	2,00 (±0,04)	a	1,79 (±0,02)	a

CPA: comprimento de parte aérea; CR: comprimento de raízes; NR: número de raízes principais; MF: massa fresca; MS: massa seca; PA: parte aérea; R: raízes. Número entre parêntesis representa o erro experimental da média. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na coluna de cada variável não diferem estatisticamente entre pelo teste de Turkey ($p < 0,05$).

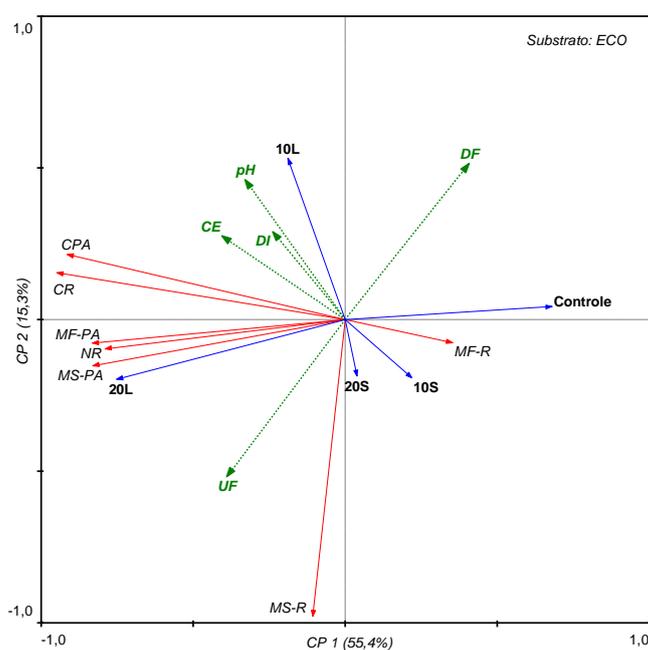
A variabilidade total dos atributos fitotécnicos das mudas de sálvia no substrato MEC com diferentes formas de enriquecimento com húmus de minhoca foi explicada em 67,1 %, dos quais 40,1 % estão representados no componente principal 1 (CP1) e 20,7% no componente principal 2 (CP2), sendo as variáveis ambientais responsáveis por cerca de 50 % dessa explicação (Fig. 1).



CPA: comprimento de parte aérea; CR: comprimento de raízes; NR: número de raízes principais; MF-PA e MS-PA: massa fresca e massa seca da parte aérea; MF-R e MS-R: massa fresca e massa seca de raízes; CE: Condutividade elétrica; DI: densidade inicial; DF: densidade final; UF: umidade final (UF).

Fig. 1 - Relação entre as componentes principais 1 (CP1) e 2 (CP2) da análise de componentes principais para as variáveis fitotécnicas de mudas de *S.officinalis* L. (setas vermelhas) produzidas no substrato MEC sob diferentes formas de enriquecimento nutricional com húmus (setas azuis) e variáveis ambientais explicativas (setas verdes).

Os valores das variáveis fitotécnicas (Fig. 1), à exceção de NR, foram melhor correlacionados com o tratamento 20S e em menor intensidade com o 10S. O tratamento 10 L apresentou uma forte correlação negativa com as variáveis de biomassa e comprimento das mudas, ao passo que o 20 L e o controle pouco contribuíram para o desenvolvimento das mudas. A DI e o pH foram bem correlacionadas como tratamento 20S e foram as variáveis ambientais que melhor explicaram as respostas relacionadas ao desenvolvimento das mudas. Já a CE foi fortemente correlacionada com o tratamento 20 L e repercutiu no NR, porém com uma correlação negativa quanto ao acúmulo da biomassa.



CPA: comprimento de parte aérea; CR: comprimento de raízes; NR: número de raízes principais; MF-PA e MS-PA: massa fresca e massa seca da parte aérea; MF-R e MS-R: massa fresca e massa seca de raízes; CE: Condutividade elétrica; DI: densidade inicial; DF: densidade final; UF: umidade final (UF).

Fig. 2 - Relação entre as componentes principais 1 (CP1) e 2 (CP2) da análise de componentes principais para as variáveis fitotécnicas de mudas de *S. officinalis*L. (setas vermelhas) produzidas no substrato ECO sob diferentes formas de enriquecimento nutricional com húmus (setas azuis) e variáveis ambientais explicativas (setas verdes).

As mudas de sálvia desenvolvidas no substrato ECO apresentaram uma explicação para variabilidade total dos atributos fitotécnicos de 70,7 % (Fig. 2), onde 55,4 % foram representadas na componente principal 1 (CP1) e 15,3 % na componente principal 2 (CP2). Já as variáveis ambientais explicaram 62,7 % dessa variação.

As variáveis fitotécnicas estiveram fortemente correlacionadas entre si, à exceção da MS-R que praticamente não teve correlação e a MF-R que teve uma pequena correlação negativa

com as demais (Fig. 2). Ao contrário do substrato MEC, no substrato ECO o controle produziu os piores resultados para a maioria das variáveis, enquanto o tratamento 20L foi o que melhor se correlacionou com o acúmulo de biomassa e crescimento das mudas. Os tratamentos 10S e 20S não conseguiram produzir efeitos positivos sobre as características do substrato.

Discussão

Os valores encontrados neste trabalho de pH e da CE estão em conformidade com outros estudos de análise de substratos que influenciaram a disponibilidade de nutrientes, ocasionando desequilíbrios fisiológicos na planta.⁽⁷⁾ O pH e a condutividade dos substratos MEC e ECO enriquecidos estão de acordo com a legislação vigente no Brasil, que considera desvios aceitáveis para pH de $\pm 0,5$ e para CE de $\pm 300 \mu\text{S cm}^{-1}$ ⁽¹²⁾ Os sais em excesso prejudicam o potencial osmótico da solução disponibilizando íons potencialmente tóxicos, reduzindo a infiltração de água, dificultando o crescimento do vegetal por reduzir as trocas gasosas.⁽⁶⁾ As condições físicas e químicas do substrato MEC proporcionaram uma maior biomassa das mudas, muito relacionados à CE.

Os valores de pH nos substratos MEC e ECO podem ser considerados elevados segundo os estudos de Tian.⁽¹³⁾ que relatam os efeitos específicos de íons no processo de agregação do húmus. Os resíduos orgânicos de húmus em suas diferentes formas, pouco contribuíram para a variação do pH em substrato⁽⁵⁾.

Segundo estudos realizados por Meures⁽¹⁴⁾ o pH abaixo de 5,0 pode provocar deficiências de macronutrientes, enquanto que em pH acima de 6,5 são esperados deficiências de fósforo, ferro, manganês, zinco e cobre, ou seja, demonstrando que o substrato MEC apresenta valores dentro desta faixa.

A densidade dos substratos MEC e ECO está em conformidade com os valores de densidade considerados adequados por Kratz *et al.*⁽¹⁵⁾ pois observaram que a densidade do substrato influencia diretamente a macroporosidade, conseqüentemente a aeração e drenagem. Os substratos adequados para serem utilizados como meios de cultivo devem apresentar uma alta capacidade de drenagem, pouca retenção de água e um nível adequado de nutrientes disponíveis.⁽¹⁶⁾

O enriquecimento com húmus sólido afetou a densidade do substrato, e com isso proporcionou um aumento na biomassa das plântulas, isso possivelmente se deve aos seus

nutrientes disponibilizados lentamente, o que difere do enriquecimento líquido que os disponibiliza mais rapidamente para o vegetal.⁽¹⁷⁾

Pode-se observar o aumento da biomassa nas mudas avaliadas com enriquecimento de húmus. No desenvolvimento de mudas de sálvia conduzidas com o substrato enriquecido com NPK e influenciado pela irrigação apresentaram uma menor biomassa fresca nos tratamentos submetidos a déficit hídrico e o oposto quando enriquecidos com NPK e irrigados.⁽¹⁸⁾

O enriquecimento de substrato a base de produtos orgânicos, como o húmus, em quantidades adequadas no desenvolvimento de plântulas apresenta efeitos positivos para o alongamento e biomassa vegetal.⁽¹⁸⁾ O alongamento da muda afeta o crescimento subsequente da planta no seu estabelecimento, nos estudos de Giannoulis.⁽⁴⁾ observaram o crescimento e a produtividade de sálvia, influenciadas no alongamento das plântulas por biofertilizantes e densidade de semeadura. Dando relevância na escolha do substrato utilizado e a forma de enriquecimento, influenciando diretamente no estabelecimento nas etapas seguintes da produção em grande escala de sálvia.

Com isso, observam-se de forma geral que as mudas produzidas no substrato MEC apresentaram melhores características químicas e físicas quando comparadas com o substrato ECO. Proporcionada pelas diferenças nas características físicas, como o espaço de aeração e de água disponível, bem como as características químicas, em geral adequadas aos substratos comerciais,^(15,17) e que podem interferir em diferentes atributos físicos e no desenvolvimento das mudas.⁽⁴⁾

A grande influência dos substratos na produção de mudas salienta a importância da padronização e adequação do substrato, pois interfere em diferentes atributos físicos e no desenvolvimento das mudas,⁽¹⁸⁾ bem como em suas propriedades fitoquímicas.⁽¹⁸⁾ Os diferentes substratos, principalmente o MEC apresentou as melhores características físico-químicas para as mudas. A utilização do enriquecimento do substrato com húmus tanto o líquido como o sólido influenciaram diretamente no crescimento e desenvolvimento das mudas de sálvia, sendo mais indicado para o MEC o enriquecimento com húmus sólido, enquanto para o ECO a adição de húmus líquido.

Referências

1. Zigene ZD, Kassahun BM. Effect of cutting size and position on propagation ability of sage (*Salvia officinalis*L.). Int J AdvBiol Res. 2016;4(1):68-76. DOI: <https://doi.org/10.26655/IJABBR.2016.2.9>

2. Moreira GC, Carneiro CN, Anjos GL, Silva F, Santos JLO, Dias FS. Support vector machine and PCA for the exploratory analysis of *Salvia officinalis* samples treated with growth regulators based in the agronomic parameters and multielement composition. Food Chem. 2021;8(1):1-23. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131345>
3. Tarraf W, Ruta C, Tagarelli A, Cillis F, Mastro G. Influence of arbuscular mycorrhizae on plant growth, essential oil production and phosphorus uptake of *Salvia officinalis* L. Ind Crops Prod. 2017;102(1):144-53. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.03.010>
4. Giannoulis KD, Skoufogianni E, Bartzialis D, Solomou AD, Danalatos N. Growth and productivity of *Salvia officinalis* L. under Mediterranean climatic conditions depends on biofertilizer, nitrogen fertilization, and sowing density. Ind Crops Prod. 2021;160(2021):1-6. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.113136>
5. Ndzelu BS, Dou S, Zhang X, Zhang Y, Ma R, Liu X. Tillage effects on humus composition and humic acid structural characteristics in soil aggregate-size fractions. Soil Tillage Res. 2021;213(2021):1-10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2021.105090>
6. Kulak M, Gul F, Sekeroglu N. Changes in growth parameter an essential oil composition of sage (*Salvia officinalis* L.) leaves in response to various salt stresses. Ind Crops Prod. 2020;145(2020):1-15. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.112078>
7. Wu J, Zhao Y, Zhao W, Yang T, Zhang X, Xie X, *et al.* Effect of precursors combined with bacteria communities on the formation of humic substances during different materials composting. Bioresour Technol. 2017;226(2017):191-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.12.031>
8. Gio X, Liu H, Wu S. Humic substance developed during organic waste composting: formation mechanisms, structural properties, and agronomic functions. Sci Total Environ. 2019;662(2019):501-10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.137>
9. Rocha JC, Rosa AH. Substâncias húmicas aquáticas: interações com espécies metálicas. São Paulo: UNESP; 2003. p 120.
10. Schiedeck G, Schwengber JE, Gonçalves MM, Schiavon GA. Preparo e uso de húmus líquido: opção para adubação orgânica em hortaliças. Comunicado Técnico. Embrapa Clima Temperado. 2008 [acceso: 04/01/2021];195:4. Disponible en: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/746707/preparo-e-uso-de-humus-liquido-opcao-para-adubacao-organica-em-hortalicas>
11. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa N° 5, de 10 de março de 2016. MAPA. 2021 [acceso: 04/01/2021]. Disponible en: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/instrucao-normativa-n-5-de-10-de-marco-de-2016-21393106>

12. Tian R, Liu X, Gao X, Li R, Li H. Observation of especificación effects in húmus aggregation process. *Pedosphere*. 2021;31(5):736-45. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(21\)60033-4](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(21)60033-4)
13. Meurer EJ. Factores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. In: Novais RF, Alvarez VH, Barros NF, Fontes RL, Catarutti RB, Neves JC. *Fertilidade do Solo*. Brasilia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; 2007. p. 1017.
14. Kratz D, Nogueira AC, Wendling I, Mellek JE. Physic-chemical properties and substrate formulation for *Eucalyptus seedlings* production. *Sci Forest*. 2017;45(113):63-76. DOI: <https://doi.org/10.18671/scifor.v45n113.06>
15. López López N, López Fabal A. Compost based ecological growing media according EU eco-label requirements. *Sci Hort*. 2016;212:1-10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.09.029>
16. Burnett SE, Mattson NS, Williams KA. Substrates and fertilizers for organic container production of herbs, vegetables and herbaceous ornamental plants grown in greenhouses in the United States. *Sci Hort*. 2016;208:111-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.01.001>
17. Soltanbeigi A, Yilsiz M, Diramn H, Terzi H, Sakartepi E, Yildiz E. Growth responses and essential oil profile of *Salvia Officinalis* L. Influenced by water déficit and various nutrient sources in the greenhouse. *Saudi J BiolSci*. 2021;19(2021):1-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.08.034>
18. Luján Hidalgo MC, Gómez Hernández DE, Villalobos Maldonado JJ, Abud Archila M, Montes Molina JA, Enciso Saenz S, *et al*. Effects of vermicompost and vermiwash on plant, phenolic content, and anti-oxidant activity of Mexican pepperleaf (*Piper auritum* Kunth) cultivated in phosphate rock potting media. *Compost SciUtil*. 2016;0(0):1-7. DOI: <https://doi.org/10.1080/1065657X.2016.1202796>

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tiene conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores

Conceptualización: Marines Batalha Moreno Kirinus.

Curación de datos: Marines Batalha Moreno Kirinus e Caroline Farias Barreto.

Análisis formal: Gustavo Schiedeck.

Adquisición de fondos: Gustavo Schiedeck.

Investigación: Marines Batalha Moreno Kirinus e Caroline Farias Barreto.

Metodología: Marines Batalha Moreno Kirinus.

Administración del proyecto: Marines Batalha Moreno Kirinus, Caroline Farias Barreto e Gustavo Schiedeck.

Recursos: Gustavo Schiedeck.

Software: Gustavo Schiedeck.

Supervisión: Marines Batalha Moreno Kirinus, Caroline Farias Barreto e Gustavo Schiedeck.

Validación: Marines Batalha Moreno Kirinus, Caroline Farias Barreto e Gustavo Schiedeck.

Visualización: Marines Batalha Moreno Kirinus.

Redacción del borrador original: Marines Batalha Moreno Kirinus e Caroline Farias Barreto.

Redacción, revisión y edición: Marines Batalha Moreno Kirinus.