

Indução Covariante em Mudas de Alface com EM•1® Um Prospecto para Agricultura Familiar

Tatiana da Silva Aquino¹, Nilo Silvío Costa Serpa²

¹ Agrônoma, Centro Universitário ICESP, Brasília-DF; 92353280tatiana@gmail.com

² Gestor de Pesquisa e Inovação, Centro Universitário ICESP, Brasília-DF; Professor Titular do Mestrado Profissional em Desenvolvimento e Periferias, Universidade Santa Úrsula, Rio de Janeiro-RJ; niloserpa@icesp.edu.br

Resumo

O presente estudo discute a efetividade de um probiótico natural de baixo custo, o EM•1®, como agente atuante no crescimento e na qualidade das mudas de alface. De um ponto de vista epistemológico, trata-se de averiguar da capacidade do EM•1® para afetar positivamente determinadas conformidades morfológicas das referidas mudas, e, virtualmente, das mudas de outras hortaliças. Estas conformidades caracterizam simetrias, para análise das quais se instituiu um modelo de covariância, uma vez que as simetrias de um organismo são melhor entendidas pelas relações de interdependência entre suas partes. A pesquisa tem por finalidade social dar suporte a ações e políticas públicas direcionadas à agricultura familiar, instância produtiva ainda pouco beneficiada no Brasil.

Palavras-Chave: EM•1®; Mudas de alface; Crescimento; Covariância; Agricultura familiar; Sustentabilidade.

Abstract

This study discusses the effectiveness of a low-cost natural probiotic, the EM•1®, as an agent acting on the growth and quality of lettuce seedlings. From an epistemological point of view, the aim is to investigate the capacity of the EM•1® to positively affect certain morphological conformities of these seedlings, and, virtually, of seedlings of other vegetables. These conformities characterize symmetries, for the analysis of which a covariance model was established, since the symmetries of an organism are best understood by the interdependence relationships between its parts. The research has the social purpose of supporting actions and public policies directed at family farming, a productive sector that still receives little benefit in Brazil.

Keywords: EM•1®; Lettuce seedlings; Growth; Covariance; Family farming; Sustainability.

Received: _18 Nov 2024_ / Accepted: _04 Dec 2024_ / Published: _29 Dec 2024_.

Introdução

O consumo de hortaliças ainda é relativamente pequeno no Brasil. No início dos anos 2000, em uma comparação com países da América do Norte, por exemplo, consumiam-se nos Estados Unidos e no Brasil, respectivamente, 400 kg por habitante por ano, e 50 kg por habitante por ano (Moretti, 2003). Não há na literatura indicativos de que o cenário tenha sofrido alteração relevante até o momento. Ainda assim, o cultivo de hortaliças oferece ótima opção para pequenos empreendimentos brasileiros de agricultura familiar, contribuindo para o aumento da presença destes vegetais em uma mesa mais variada e saudável. Segundo o próprio SEBRAE, em sua elucidativa série Agricultura Familiar, “A produção de hortaliças é a atividade que mais se identifica como opção de agronegócio para os produtores rurais familiares.” (SEBRAE, 2011).

Nos últimos tempos, o Brasil tem se reafirmado como um país de economia basicamente agrária, sobretudo voltada à produção

em larga escala de *commodities*, sem dar a devida importância aos pequenos produtores, ou até mesmo asfixiando-os com enormes investimentos no grande agronegócio. Por conta desse gigantismo, da visão imediatista, e da ignorância ambiental endêmica no país, ainda prevalece um pensamento radicalmente contrário ao uso de bioprodutos de fertilização, proteção e saneamento, apoiando o uso de agentes químicos tóxicos a tais proporções que, em breve, será impossível a recuperação dos solos exaustos e densamente contaminados. Tais agentes são nocivos para a saúde humana, sendo fortemente veiculados pelas hortaliças.

Dentre as hortaliças, são numerosos os trabalhos sobre cultivares de alface, mormente até a primeira década do corrente século (Nagai, 1980; Mota *et al.*, 2003; Fiorini *et al.*, 2005; Grangeiro *et al.*, 2006; Filgueira, 2008; Hotta, 2008; Gualberto *et al.*, 2009). Em particular, são notáveis as pesquisas de Cruz *et al.* (1989) sobre adaptabilidade e estabilidade dos genótipos, úteis no estudo da cultivar de alface BRS Leila. Entretanto, análises

holísticas do crescimento de mudas de alface em compósitos probióticos, baseadas na covariância do desenvolvimento de suas partes, ainda constituem abordagens incomuns. O propósito deste trabalho é mostrar, por meio de uma análise holística de covariância, como é possível aprimorar uma cultura de alface aplicando um bioproduto de baixo custo que vem se mostrando eficiente em qualquer escala de produção: o EM•1®. O estudo realizado serve de modelo para pesquisas com outras espécies, difundindo os fundamentos de uma prática sustentável que deveria ser disseminada, pelo menos entre os pequenos produtores.

Contextualização

A alface (*Lactuca sativa L.*), pertencente à família *Asteraceae*, classe *Magnoliopsida* e ordem *Asterales*, é uma das hortaliças folhosas de maior relevância comercial e de maior consumo em termos globais. No Brasil, a cultura dessa hortaliça figura entre as mais expressivas no que se refere à produção, à comercialização, e ao valor nutricional (Oliveira *et al.*, 2010; Santos *et al.*, 2001).

Para a pesquisa realizada, foram usadas sementes da cultivar de alface crespa da EMBRAPA, denominada BRS Leila, com tolerância ao florescimento precoce (pendoamento), característica que aumenta a sustentabilidade do cultivo em regiões tropicais (EMBRAPA Hortaliças, 2018). A cultivar apresenta ainda ampla adaptação aos diferentes sistemas de produção, podendo ser cultivada tanto em campo aberto como em área protegida. Em função do formato cônico, ela também pode ser cultivada no sistema de produção hidropônico. A folhagem de BRS Leila tem coloração verde-oliva brilhante, ornamentada com um vistoso padrão recortado das margens foliares (EMBRAPA Hortaliças, 2018).

As plantas apresentam porte médio e caule grosso, facilitando a colheita e a manipulação pós-colheita. Em regiões de clima mais quente, o seu ciclo é de 35 dias e, em locais de clima mais ameno, de 45 dias. BRS Leila apresenta bons níveis de resistência aos nematoides-das-galhas (*Meloidogyne incognita* e *M. javanica*) e resistência a alguns patótipos do vírus do mosaico da alface (*Lettuce mosaic virus*) (EMBRAPA Hortaliças, 2018).

Materiais e Métodos

O EM•1® é um probiótico composto por microrganismos benéficos extremamente eficientes

nos processos biológicos em que atuam, desenvolvido no Japão pelo Professor Dr. Teruo Higa. De acordo com Mitsuiki (2006), essa biotecnologia tem se mostrado eficaz em práticas agrícolas sustentáveis desde a década de 80. No Brasil, é produzido e distribuído pela Fundação Mokiti Okada. Na prática, os princípios envolvidos são bastante simples, tendo-se inclusive conhecimento de um método caseiro para captura dos microrganismos benéficos e para produção do coquetel biológico, visando melhorias na nutrição e na qualidade das plantas, além de oferecer proteção às culturas contra o ataque de pragas e doenças (Andrade, 2011). Todos esses aspectos, além do baixo custo (consumo de cerca de 80 l/ha ou 100 ml/m³, a R\$75,00 o litro, hoje) tornam o EM•1® atrativo como componente essencial de um conjunto de orientações e procedimentos destinados a dar suporte à agricultura familiar. Dessa forma, o trabalho foi conduzido para avaliar a eficácia de diferentes concentrações do EM•1® no substrato, visando o crescimento e o desenvolvimento equilibrado das partes das mudas de alface. Os experimentos foram realizados nas dependências do Centro Universitário ICESP, unidade Águas Claras, Brasília-DF, em estufa e em laboratório. O efeito do tratamento com EM•1® na produção de mudas de alface foi avaliado a partir de variáveis como altura da planta total (APT), altura da parte aérea (APA), comprimento da raiz (CR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), número de folhas definitivo (NFD), e porcentagem de germinação (PG).

Delineamento experimental

Adotou-se o delineamento em blocos casualizados (DBC), com quatro tratamentos X uma testemunha (grupo de controle), e três repetições, totalizando 15 parcelas experimentais. Após o preparo do substrato em diferentes compósitos, as sementes peletizadas de alface crespa BRS Leila foram deitadas nas bandejas de poliestireno de 128 células a uma profundidade de 5 mm, cobertas com vermiculita e dispostas em bancadas com TNT preto para retenção de umidade. O TNT, removido após 48 horas da semeadura (em 11/10/2024), deu lugar, a partir desta data, às aplicações de EM•1® na irrigação do tratamento T5, realizadas a cada dois dias até 07/11/2024, totalizando dez aplicações. Os demais tratamentos e o grupo de controle receberam irrigação normal. Estabeleceram-se diferentes concentrações de EM•1® no substrato das mudas de acordo com os seguintes compósitos:

T1: (grupo de controle) 1 Kg substrato puro;
 T2: 1 Kg substrato, 90ml de água, 10 ml EM•1® (1%);
 T3: 1 Kg substrato, 50ml de água, 50 ml EM•1® (5%);
 irrigação com EM•1® (5%).

T4: 1 Kg substrato, 100ml de EM•1® (10%);
 T5: 1 Kg substrato, 100ml de EM•1® (10%) +

As Figuras 1 e 1a ilustram as etapas de trabalho, bem como os ambientes de desenvolvimento.

Figura 1- Seleção do registro fotográfico da condução experimental do estudo.



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

O EM•1® foi ativado no dia 16/09/2024, às 16:00 horas, combinando-se 250ml do probiótico e 250ml de melão em 4.5Lt de água, perfazendo 5Lt do composto. Após cinco dias de fermentação (21/09/2024), a solução foi aplicada ao substrato, sendo este armazenado em sacos plásticos opacos e expostos ao sol por mais cinco dias para eliminação de patógenos e aceleração da decomposição de matéria orgânica, tornando disponíveis os nutrientes necessários às plantas.

Conforme as medições climáticas efetuadas, durante o mês de setembro de 2024, a temperatura máxima variou de 30°C a 34°C, e a mínima de 11°C a 21°C, enquanto ao longo de outubro do mesmo ano, a temperatura máxima variou entre 29°C e 36°C, e a mínima entre 15°C e 22°C,

aproximadamente. Considera-se que, para uma boa germinação, a temperatura ótima deve permanecer em torno de 20°C. Foram realizadas duas sementeiras: a primeira, em 26 de setembro de 2024, sofreu adversidade devido às elevadas temperaturas; a segunda, em 08 de outubro de 2024, foi exitosa, em parte pela instalação de um sistema de irrigação com nebulizadores, e pelo rebaixamento das bandejas para conservação da umidade. Uma vez que as sementes de alface apresentam alta sensibilidade às condições climáticas, e que a maioria das cultivares não germinam em temperaturas superiores a 30 °C (Nascimento, 2016), acredita-se que o EM•1® tenha interferido no sucesso da segunda sementeira, embora essa suposição ainda necessite comprovação (Figura 2). As medições das temperaturas foram realizadas com termômetro digital.

Figura 1a- Seleção do registro fotográfico do controle ambiental do estudo.



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Modelagem, resultados e discussão

O uso da estatística tem sido criticado, desde os artigos de Cohen (1994) e Johnson (1999), pela frequente ausência de reflexão sobre “o quê” se quer entender (não “o quê” se quer provar) e, em seguida, sobre qual instrumento é mais apropriado para se buscar esse entendimento (por exemplo, quais testes foram idealizados para comparações *post-hoc* e quais o foram para comparações *a priori*), levando-se em conta a necessidade de significância prática acima da significância estatística. Uma vez que a estatística (disciplina) reúne um conjunto de técnicas para abordagem de conjuntos de dados, antes da escolha da técnica precisamos saber o que estamos procurando nestes dados. Isto exige a determinação de um ponto de partida, uma premissa racional, ainda que inicialmente em caráter provisório, tomada *prima facie*.

Neste estudo, a premissa básica adotada é que o ideótipo de planta saudável e própria para comercialização e consumo deve partir de uma muda que cresce, tanto quanto possível, desenvolvendo suas partes em conformidade umas com as outras, formando um conjunto funcional bem equilibrado. Não foi objeto da pesquisa discutir a fisiologia do crescimento vegetal, tão-somente estabelecer um modelo formal pelo qual se possa verificar se a simetria das plantas, suas dimensões

como a área superficial das folhas, ou mesmo a massa fresca destas, para uma dada variedade ou cultivar, em condições ambientais controladas ou antropizadas, estão covariadamente relacionadas com suas dimensões lineares. A estatística oferece ferramentas úteis de investigação quando lidamos com conjuntos de variáveis que refletem processos complexos como o crescimento e a diferenciação das partes constituintes de uma planta. Uma ferramenta interessante para verificar se o emprego do EM•1® corrobora a premissa acima descrita seria uma matriz de correlação, cujas componentes expressem o grau padronizado de interconexão do crescimento das diferentes partes da planta sob ação do bioproduto. Noutras palavras, isto nos leva a detectar o quanto uma característica morfológica pode influenciar outra, embora ambas, aparentemente, sejam independentes (Cruz e Regazzi, 1997), e se o EM•1® afeta essa influência. Dessa forma, foram estabelecidas 5 (cinco) tabelas com as médias das variáveis organizadas de acordo com os três blocos de medições considerados, A, B e C (QUADRO 1). A primeira tabela (T1), representando o grupo de controle, se refere ao cultivo sem aplicação do EM•1®. As tabelas T2, T3, e T4 se referem às aplicações no substrato de soluções com percentuais de 1%, 5% e 10% de EM•1®, respectivamente. A última tabela (T5) se refere ao percentual de 10% de EM•1® em solução para aplicação no substrato, mais 1% na água de irrigação.

QUADRO 1 – TABELAS DAS MÈDIAS DAS VARIÁVEIS

T 1	APT(mm)	APA(mm)	CR(mm)	MFPA(g)	MFR(g)	NFD	PG
BLOCO A	121,38	34,587	88,665	0,21699	0,13256	3	59,37%
BLOCO B	130,387	33,594	96,509	0,19827	0,12165	3	43,75%
BLOCO C	126,38	37,584	96,508	0,22655	0,13687	3	64,10%

T 2	APT(mm)	APA(mm)	CR(mm)	MFPA(g)	MFR(g)	NFD	PG
BLOCO A	112,046	35,412	79,202	0,25195	0,18648	3	74,21%
BLOCO B	140,888	45,322	99,368	0,33429	0,15526	3	82,81%
BLOCO C	128,84	49,135	85,646	0,37472	0,16807	3	74,21%

T 3	APT(mm)	APA(mm)	CR(mm)	MFPA(g)	MFR(g)	NFD	PG
BLOCO A	127,137	35,403	94,014	0,24674	0,18248	3	80,46%
BLOCO B	135,582	45,885	95,782	0,36751	0,15753	3,4	71,10%
BLOCO C	143,646	51,205	104,079	0,3729	0,14679	3,2	89,84%

T 4	APT(mm)	APA(mm)	CR(mm)	MFPA(g)	MFR(g)	NFD	PG
BLOCO A	132,725	43,745	92,874	0,4766	0,33455	3,8	87,50%
BLOCO B	154,932	46,644	105,517	0,47741	0,30207	3,8	65,62%
BLOCO C	146,279	56,611	93,624	0,47996	0,24509	3,8	88,30%

T 5	APT(mm)	APA(mm)	CR(mm)	MFPA(g)	MFR	NFD	PG
BLOCO A	136,471	42,254	98,839	0,31228	0,21748	3,5	71,10%
BLOCO B	142,595	48,01	107,618	0,39303	0,18772	3,8	66,40%
BLOCO C	148,358	49,518	103,13	0,3202	0,18337	3,6	81,25%

Fonte: Elaboração dos autores.

APT: Altura da planta total; APA: Altura da parte aérea; CR: Comprimento da raiz; MFPA: Massa fresca da parte aérea; MFR: Massa fresca da raiz; NFD: Número de folhas definitiva; PG: Porcentagem de germinação.

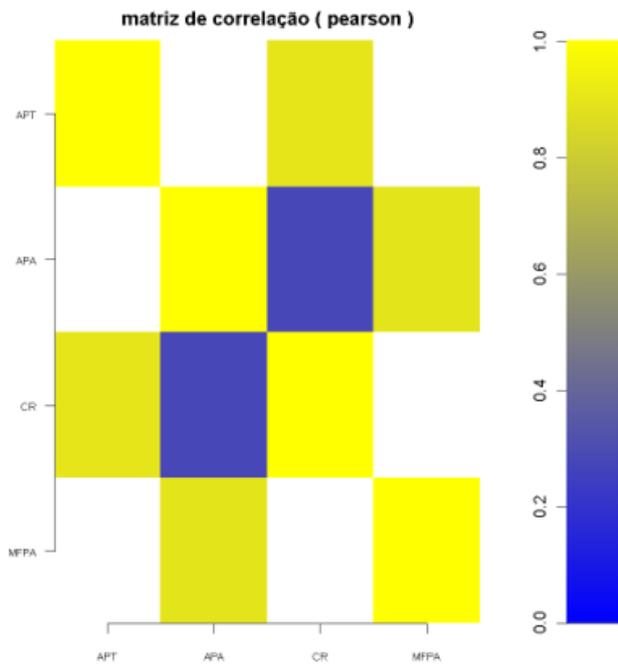
Figura 2- Comparação entre as proporções de germinação.



Fonte: Elaboração dos autores.

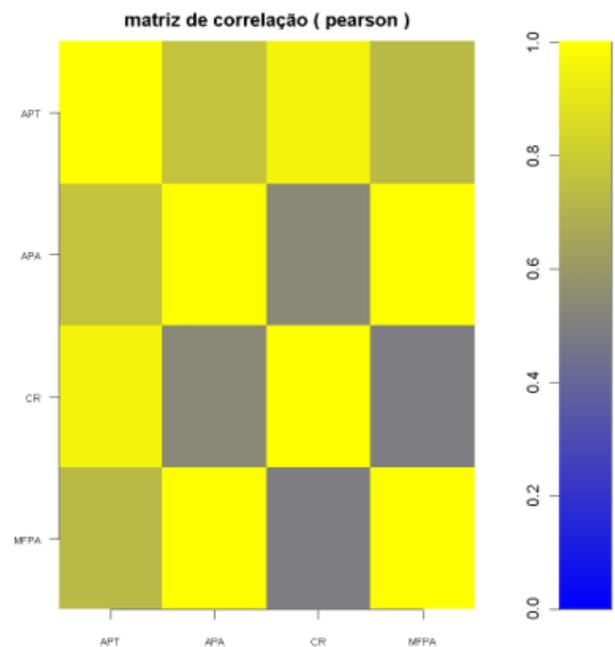
Aplicando a correlação de Pearson sobre as tabelas das médias de cada variável nos blocos, obtemos as seguintes matrizes gráficas:

MALHA T1



	APT	APA	CR	MFPA
APT	1.0000000	-0.1768612	0.8960868	-0.6011215
APA	-0.1768612	1.0000000	0.2783984	0.8928746
CR	0.8960868	0.2783984	1.0000000	-0.1839279
MFPA	-0.6011215	0.8928746	-0.1839279	1.0000000

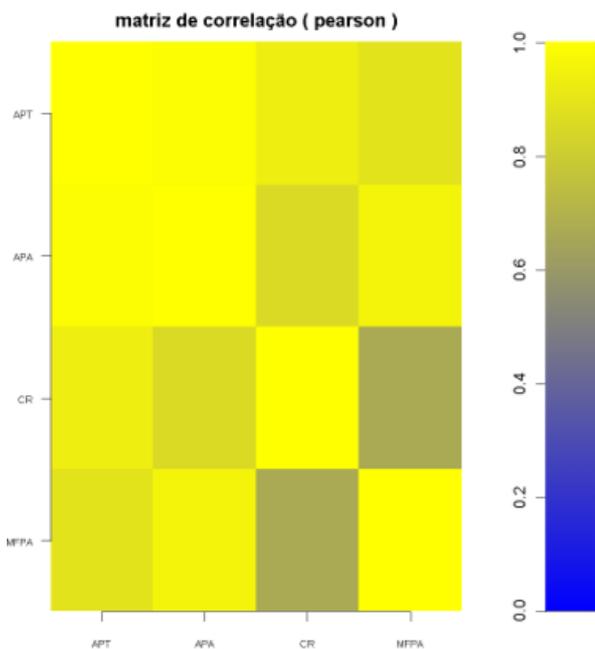
MALHA T2



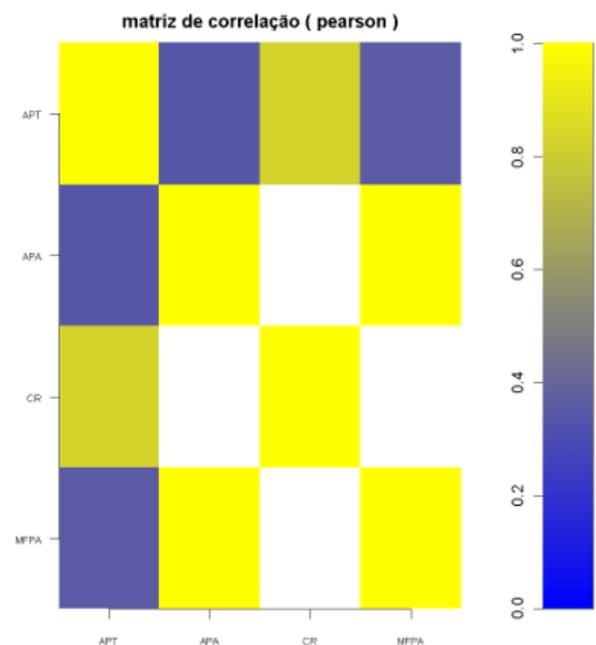
	APT	APA	CR	MFPA
APT	1.0000000	0.7639522	0.9552926	0.7262936
APA	0.7639522	1.0000000	0.5390151	0.9984042
CR	0.9552926	0.5390151	1.0000000	0.4905893
MFPA	0.7262936	0.9984042	0.4905893	1.0000000

MALHA T3

MALHA T4

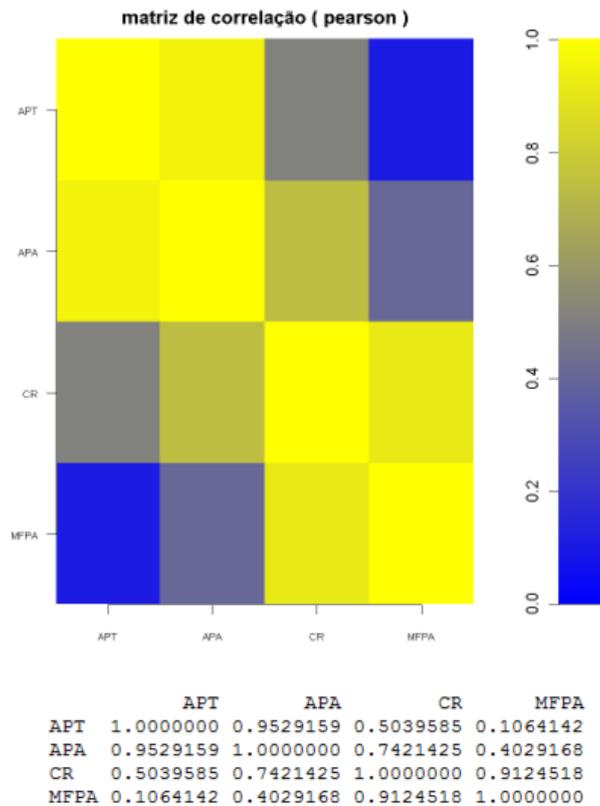


	APT	APA	CR	MFFA
APT	1.0000000	0.9850576	0.9317217	0.8904397
APA	0.9850576	1.0000000	0.8552519	0.9555143
CR	0.9317217	0.8552519	1.0000000	0.6643614
MFFA	0.8904397	0.9555143	0.6643614	1.0000000



	APT	APA	CR	MFFA
APT	1.0000000	0.3365031	0.8267784	0.3520960
APA	0.3365031	1.0000000	-0.2515090	0.9998621
CR	0.8267784	-0.2515090	1.0000000	-0.2354004
MFFA	0.3520960	0.9998621	-0.2354004	1.0000000

MALHA T5



Denominamos estas matrizes de “matrizes de ajuste anatómico” (MAA). Os valores das correlações correspondentes às malhas coloridas são fornecidos logo abaixo de cada malha. As diagonais principais são tautológicas, isto é, em cada entrada a variável interage com ela mesma. O algoritmo em **R**, com interface XML adaptada para operar com o tabulador **Tabwin**, foi desenvolvido por Serpa. A fórmula de Pearson é escrita como

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

onde

r = Coeficiente de correlação;

x_i = Valores da variável x na amostra;

\bar{x} = Média dos valores da variável x ;

y_i = Valores da variável y na amostra;

\bar{y} = Média dos valores da variável y .

A correlação de Pearson avalia de modo padronizado (normalizado) a relação linear entre duas variáveis contínuas, sendo aplicada quando a hipótese a ser testada é a de que há incrementos proporcionais entre as variáveis supostamente em interconexão. Observe que foram tomadas as quatro variáveis consideradas mais significativas para apreciação geral da forma das plantas (APT, APA, CR e MFPA). O retângulo em branco significa correlação negativa, isto é, uma variável cresce enquanto o seu par decresce; por exemplo, na malha T4, a altura da parte aérea (APA) diminuirá conforme se seleccione plantas com maior comprimento da raiz (CR).

Uma rápida análise dos resultados mostra que as melhores correlações tiveram lugar a partir do substrato tratado com solução a 5% de EM•1® (malha T3), com máxima correlação nos pares APA-APT, APA-CR e APA-MFPA, mostrando grande equilíbrio de crescimento da parte aérea das plantas e de suas raízes. À exceção da malha T2, que já exibe uma interconexão significativa de crescimento com relação ao grupo de controle, as

demais matrizes apontam para baixas correlações, sugerindo que cada espécie deve possuir a sua MAA específica, a qual estará condicionada a uma dosimetria particular de EM•1®, caracterizando assim uma espécie de “sintonia fina” entre as variáveis.

Avaliando a diferença entre as malhas T1 e T3, pode-se dizer que, com substrato sob aplicação de solução a 5% de EM•1®, considerando a inversão das correlações negativas, o ganho médio em correlação, de T1 para T3, foi de aproximadamente 0.696149567 (~70%).

Uma análise de covariância preliminar mostrou resultados consistentes com as malhas, e a razão pela qual a variável MFR, tomada como

variável categórica, não aparece nas matrizes (QUADRO 2). O comprimento da raiz foi estatisticamente significativo na altura total da planta, considerando ou não a massa fresca da raiz, isto é, as raízes variaram sensivelmente em comprimento em ambas as condições (p -valor < 0.05). Assim, a massa fresca da raiz não foi determinante para a altura total da planta, nem para o próprio comprimento da raiz, o que significa que não há as relações lineares MFR-APT e MFR-CR (isso é compreensível se pensarmos que as raízes são estruturas ramificadas, de modo que suas massas podem crescer lateralmente, mais do que em altura).

QUADRO 2 – ANÁLISE DE COVARIÂNCIA PARA EXAME DA VARIÁVEL MFR – O Sumário de Cálculo 1 mostra influência significativa do comprimento da raiz sobre a altura total da planta¹ (p -valor = 0.03924), mas nenhuma influência da massa fresca da raiz sobre a altura total e sobre o comprimento da própria raiz (o efeito da massa fresca da raiz sobre a altura total da planta e seu reflexo sobre o comprimento da raiz são avaliados pelo teste usando “ * ” e não “ + ” na fórmula). O Sumário de Cálculo 2 (sem interação) também mostra influência significativa do comprimento da raiz sobre a altura total da planta (p -valor = 0.02806), porém nenhuma influência da massa fresca da raiz sobre o comprimento da raiz e sobre a altura total da planta (tabela [, 1] = APT; tabela [, 3] = CR; tabela [, 5] = MFR).

Sumário de Cálculo 1 (Bloco A, T3)

```
> summary(aov(tabela[,1] ~ tabela[,3] * tabela[,5]))
              Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
tabela[, 3]   1 1504.62 1504.62  6.8983 0.03924 *
tabela[, 5]   1  618.58  618.58  2.8361 0.14315
tabela[, 3]:tabela[, 5] 1   72.97   72.97  0.3346 0.58402
Residuals    6 1308.68  218.11
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Sumário de Cálculo 2 (Bloco A, T3)

```
> summary(aov(tabela[,1] ~ tabela[,3] + tabela[,5]))
              Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
tabela[, 3]   1 1504.62 1504.62  7.623 0.02806 *
tabela[, 5]   1  618.58  618.58  3.134 0.11998
Residuals    7 1381.65  197.38
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

No QUADRO 2, a análise de covariância (denominada ANCOVA) testa a relação entre as duas variáveis contínuas APT e CR para cada nível da variável categórica MFR. Em outras palavras, ela testa se os coeficientes das regressões lineares entre CR e APT são iguais

para as situações com e sem envolvimento de MFR. A coluna Pr(>F) fornece o nível de significância da influência da variável CR sobre a variável APT (retângulo vermelho). Por simplicidade, foi escolhido o Bloco A para ilustração dos cálculos. Resultados semelhantes

¹ Entenda-se que, ao contrário, quando se diz que a variável comprimento da raiz não afetou a variável altura total da planta, isto significa que, não em um único indivíduo, mas numa sequência de medições tomadas sobre vários indivíduos, o comprimento da raiz variou muito pouco no cômputo da altura total das plantas.

são encontrados para os demais Blocos. Em síntese, é sempre bom lembrar que covariância e correlação medem relações entre as variáveis, sendo que a diferença fundamental entre as duas consiste em que a correlação é normalizada ($-1 \leq r \leq 1$), indicando a intensidade da relação linear entre as variáveis. A covariância indica se há essa relação linear. A partir daí, a correlação é calculada dividindo a covariância pelo produto dos desvios-padrão das variáveis. Uma simples leitura da variância não permitiria um enfoque de precisão com respeito aos melhores efeitos do EM•1® no crescimento das mudas de alface, deixando uma conclusão pouco assertiva inclusive no que se refere à economia do processo produtivo.

Indução covariante

Uma forma de se pensar a influência do EM•1® no crescimento da planta é conjecturar a ação do bioproduto como sendo indutora de covariância morfológica, e, nesse sentido, sua aplicação na dosagem correta para a espécie teria

como resultado benéfico o desenvolvimento bem proporcionado da muda. Entretanto, como as próprias malhas sugerem, um pequeno erro de elaboração do composto pode acarretar efeitos aleatórios indesejáveis como correlações invertidas ou muito baixas, quando na verdade se esperaria que fossem significativas. O QUADRO 3 mostra um resultado oposto ao exibido no QUADRO 2 para o substrato não tratado com EM•1®.

Importantemente, a indução covariante promovida pelo EM•1®, se confirmada em outras cultivares, pode estabelecer um fundamento de pesquisa dentro de uma concepção estética da produção, reunindo qualidade, economia, segurança biológica, sustentabilidade e beleza na agricultura familiar brasileira do século XXI.

QUADRO 3 – ANÁLISE DE COVARIÂNCIA PARA EXAME DA VARIÁVEL MFR – Os Sumários de Cálculo 3 e 4 (sem aplicação do EM•1®) não mostram resultados significativos como os encontrados nos Sumários anteriores. Este achado é consistente com a hipótese da indução de covariância pela aplicação do bioproduto (tabela [, 1] = APT; tabela [, 3] = CR; tabela [, 5] = MFR).

Sumário de Cálculo 3 (Bloco A, T1)

```
> summary(aov(tabela[,1] ~ tabela[,3] * tabela[,5]))
              Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
tabela[, 3]    1  31.10   31.10   0.1850 0.6822
tabela[, 5]    1   2.58    2.58   0.0153 0.9055
tabela[, 3]:tabela[, 5] 1  30.21   30.21   0.1797 0.6864
Residuals     6 1008.76  168.13
```

Sumário de Cálculo 4 (Bloco A, T1)

```
> summary(aov(tabela[,1] ~ tabela[,3] + tabela[,5]))
              Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
tabela[, 3]    1  31.10   31.10   0.2095 0.6610
tabela[, 5]    1   2.58    2.58   0.0174 0.8988
Residuals     7 1038.97  148.42
```

Finalmente, a análise multivariada conduzida a partir de uma tabela de dissimilaridades (distâncias euclidianas representadas em cada variável com o prefixo “ δ ”) entre os registros de dimensões lineares das mudas do Bloco A, aplicando a função *scatterplot3D* do R, permitiu verificar graficamente que as dissimilaridades se distribuem em faixas bem definidas com respeito à malha T3 (Figura 4), contrariamente ao que se verifica em referência à malha T1, cuja distribuição é nitidamente aleatória (Figura 3). Além disso, podemos identificar na Figura 4 que a faixa de

dissimilaridades que concentra menos diferenças entre as medições em conjunto, e, portanto, denota maior equilíbrio entre as variáveis medidas, é a vizinhança de $\delta_{APT}=1$ (aproximadamente nos intervalos $0.8 \leq \delta_{APT} \leq 1.1$, $0.2 \leq \delta_{APA} \leq 2.8$, $0.1 \leq \delta_{CR} \leq 3.8$). Em suma, as diferenças mensuráveis entre as mudas cultivadas no composto de EM•1® a 5%, segundo as variáveis consideradas, devem respeitar os intervalos indicados para que se obtenha a seleção mais homogênea de plantas, isto é, a melhor expressão fenotípica com maior estabilidade de comportamento.

Sobre a significância prática dos testes implementados (para além da significância estatística)

O controle de qualidade é essencial em qualquer processo produtivo, assim como a economia de recursos e a minimização dos impactos negativos, caso existam, ao meio-ambiente e à saúde humana. O primeiro aspecto de significância prática do presente estudo é o de estabelecer um compósito de EM•1® que atende simultaneamente à técnica e ao custo, garantindo bons resultados em termos de qualidade das mudas com sustentabilidade e total adesão aos ritmos naturais do solo e de sua biota, sem qualquer interferência nociva. Em segundo lugar, a aplicação preconizada, simples e de baixo custo, se ajusta a políticas inclusivas de apoio à agricultura familiar, notadamente àquelas voltadas ao incentivo das culturas de hortaliças. Por último, o método e o modelamento adotados são rigorosos para garantir as claras diferenças entre as dosagens testadas, de modo a produzirem uma conclusão prática inequívoca dos resultados encontrados.

A escolha do ambiente e da linguagem **R**, mundialmente considerada uma das melhores ferramentas para análises estatísticas, permitiu a elaboração de códigos precisos e adequados ao estudo, evitando os equívocos que frequentemente são vistos, principalmente nas áreas que envolvem biologia. A combinação correta dos códigos aplicados assegurou a verossimilhança dos achados (programas erroneamente empregados podem fornecer p-valores errados; testes que não se aplicam *post-hoc*, como o de Bonferroni, podem levar a conclusões falsas). As matrizes de dissimilaridades foram construídas no ambiente **R** por meio da função *daisy*, com o objetivo de avaliar, pelas distâncias euclidianas entre os conjuntos de dimensões das mudas de alface, o melhor padrão morfológico a ser buscado na prática.

Dissimilaridades em T1 (Bloco A)

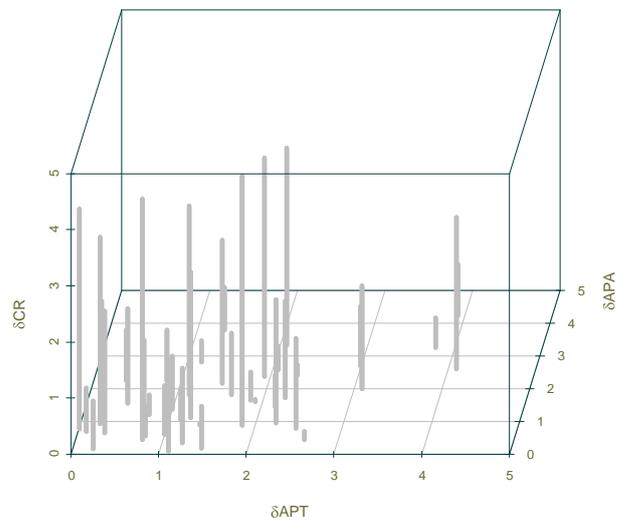


Figura 3 – Distribuição das dissimilaridades referentes à malha T1.

Dissimilaridades em T3 (Bloco A)

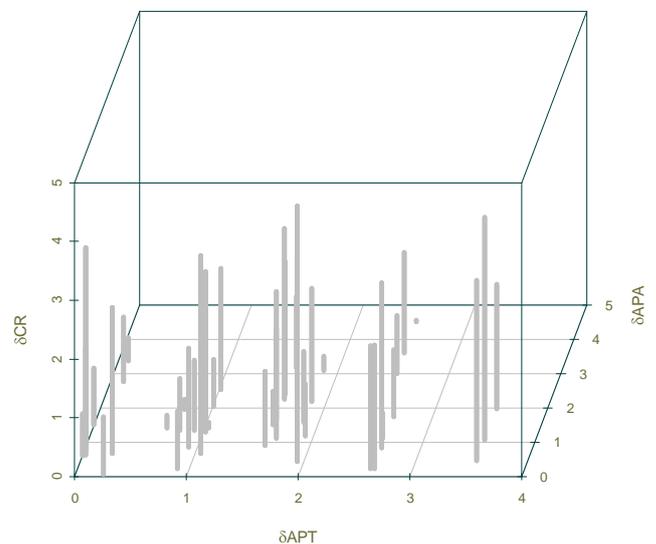


Figura 4 – Distribuição das dissimilaridades referentes à malha T3.

Limitações da pesquisa

Devido ao tempo disponível para condução do estudo (cerca de quatro meses, apenas), os resultados promissores alcançados devem ser corroborados pela continuação do projeto,

sobretudo por meio de propostas extensionistas de suporte à agricultura familiar.

Embora tenha apresentado indicação positiva sob aplicação do EM•1® (Figura 2), principalmente com relação ao tratamento T3, a germinação requer um estudo à parte, o qual, devido à complexidade do fator clima e ao tempo limitado para execução da pesquisa, não foi realizado.

Apesar do alto nível de controle dos experimentos efetuados, alterações climáticas durante a fase inicial do projeto podem ter provocado pequenas variações nas medidas esperadas para as variáveis em questão. Além disso, as instalações externas oferecidas, compartilhadas para a execução de outro experimento em paralelo, podem, ocasionalmente, ter facilitado algum grau de contaminação, ainda que pequeno.

Conclusão

O presente artigo mostrou consistentemente que o EM•1® pode influenciar a correlação entre aspectos métricos de plantas cultivadas em substrato sob sua aplicação, sugerindo se tratar de um agente biológico benéfico para o processo produtivo de alfaces, e, por extensão, de outras hortaliças, desde que aplicado em doses adequadas para cada espécie, e desde que se queira obter espécimes rigorosamente bem proporcionadas. No contexto do método aplicado, o estudo apresentou a ideia inovadora de indução covariante, um princípio ou hipótese a ser exaustivamente testada em outras culturas, sendo útil para pesquisas em produtividade e sustentabilidade que envolvam o emprego de bioprodutos. É importante frisar que, no caso específico da alface, a qualidade das mudas em sistemas produtivos de grande escala deve se beneficiar de técnicas adicionais, tais como o escalonamento de plantio, com intervalos de 15 dias, além das boas práticas de espaçamento de plantio.

Referências

ANDRADE, F. M. C. **Cadernos dos microrganismos eficientes (EM)**: Instruções práticas sobre o uso

Espera-se que o estudo realizado inspire continuidade no meio acadêmico e desejo de construção de programas de apoio à agricultura familiar, servindo como referência para pesquisas destinadas a cultivares diversas, incluindo espécies silvestres. Um prospecto de pesquisa pertinente seria o desenvolvimento de estudos comparativos entre os resultados do EM•1® e aqueles reportados por pesquisas relativamente recentes sobre substratos alternativos (Fernandes *et al.*, 2020; da Silva *et al.*, 2020).

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Centro Universitário ICESP pelo apoio à esta pesquisa, oferecendo suas instalações e recursos operacionais para a execução dos experimentos necessários, e ao Sr. Divino Rodrigues Romeiro, empresário do agronegócio, pelo suporte técnico durante as tarefas externas e de laboratório.

Contribuições dos autores

A partir da escolha em consenso do tema, embora cada autor tenha se responsabilizado pela condução de determinadas atividades, todas estas foram realizadas de maneira dialógica e interativa, com intensa participação de ambos.

Tatiana da Silva Aquino

- a) Planejamento e execução experimental;
- b) Pesquisa e documentação das etapas do projeto;
- c) Elaboração da primeira versão do texto.

Nilo Serpa

- a) Método e modelamento dos dados;
- b) Interpretação e discussão dos resultados;
- c) Versão final do texto.

ecológico e social do EM. 2 ed. Viçosa: [s.n.], 2011. 32p. Disponível em: <<http://estaticogl.globo.com/2014/04/16/caderno-dos-microorganismos-eficientes.pdf>>.

COHEN, J. The earth is round ($p < .05$). **American Psychologist**, v. 49, nº 12, p. 997-1003, 1994.

CRUZ, C.D.; TORRES, R.A. de; VENCOVSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, v.12, p.567-580, 1989.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético, Viçosa, MG: UFV, 1997, 390 p.

DA SILVA, M. H.; DE LIMA, M. S.; FERREIRA, A. B.; SOUZA, R. B.; DO NASCIMENTO, M. M. Cultivo de alface utilizando substratos alternativos. **Scientia Naturalis**, v. 2, n. 2, 2020.

EMBRAPA. Cultivares de alface (2018). Disponível em <https://www.embrapa.br/busca-desolucoes-tecnologicas/-/produto-servico/4224/alface-brs-leila>.

FERNANDES, P. H.; PORTO, D. W. B.; FRANÇA, A. C.; FRANCO, M. H. R.; MACHADO, C. M. M. Uso de fertilizantes organominerais fosfatados no cultivo da alface e de milho em sucessão. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 37907-37922, 2020.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2.ed. rev. Viçosa: UFV, 2008. 402p.

FIORINI, C.V.A.; GOMES, L.A.A.; MALUF, W.R.; FIORINI, I.V.A.; DUARTE, R. de P.F.; LICURSI, V. Avaliação de populações F2 de alface quanto à resistência aos nematóides-das-galhas e tolerância ao florescimento precoce. **Horticultura Brasileira**, v.23, p.299-302, 2005.

GRANGEIRO, L.C.; COSTA, K.R.; MEDEIROS, M.A.; SALVIANO, A.M.; NEGREIROS, M.Z.; BEZERRA NETO, F.; OLIVEIRA, S.L. Acúmulo de nutrientes por três cultivares de alface cultivadas em condições do Semiárido. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 190-194, 2006.

GUALBERTO R.; OLIVEIRA, P.S.R.; GUIMARÃES, A.M. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de alface do grupo crespa em cultivo hidropônico. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p.07-11, 2009.

HOTTA, L.F.K. **Interação de progênies de alface do grupo americano por épocas de cultivo**. 87p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2008.

JOHNSON, D. The insignificance of statistical significance testing. **Journal of Wildlife Management**, v. 63, nº 3, p.763-772, 1999.

MITSUIKI, C. **Efeito de sistemas de preparo de solo e do uso de Microrganismos Eficazes nas propriedades físicas do solo, produtividade e qualidade de batata.** 2006. 98p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-26022007-151401/pt-br.php>>

MOTA, J.H.; YURI, J.E.; FREITAS, S.A.C. de; RODRIGUES JÚNIOR, J.C.; RESENDE, G.M. de; SOUZA, R.J. de. Avaliação de cultivares de alface americana durante o verão em Santana da Vargem, MG. **Horticultura Brasileira**, v.21, p.234- 237, 2003.

NAGAI, H. Obtenção de novas cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) resistente ao mosaico e ao calor. **Revista de Olericultura**, Campinas. v.15, p.14-21, 1980.

NASCIMENTO, G. R. **Estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de genótipos de alface (*Lactuca sativa* L.) em diferentes épocas e condições de cultivo.** 2016. 61p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília, UnB, Brasília, 2016.

OLIVEIRA, E. Q. DE et al. Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 36–40, 2010.

SEBRAE. Série Agricultura Familiar (2011). Coleção Passo a Passo – Alface. Disponível em <https://sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RN/Anexos/Horticultura-Serie-Agricultura-familiar-Alface.pdf> .

SOUZA, R. B. DE et al. **Composição do Hortbio.** Brasília - DF. Embrapa Hortaliças - CNPH, 2012.

SOUZA, A. R. R.; MIRANDA, G. V.; PEREIRA, M. G.; FERREIR, P. L.; **Correlação de caracteres de uma população crioula de milho para sistema tradicional de cultivo**, *Revista caatinga [online]*, v. 21, n. 4, p. 183-190, 2008.