

EFICIÊNCIA DE USO DA ÁGUA DE ADUBOS VERDES EM CULTIVO PROTEGIDO

JULIANA DE FÁTIMA VIZÚ¹, VITÓRIA ALONSO MACHADO², LUIZ GUILHERME LUNARDI³, AMARILYS MACARI DE GIZ⁴, TAMARA MARIA GOMES⁵, FABRÍCIO ROSSI⁶

¹ Doutoranda em Engenharia de Sistemas Agrícolas, ESALQ-Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, vizu.juliana@gmail.com

² Graduando em Eng. de Biossistemas, FZEA/Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP.

³ Graduanda em Eng. de Biossistemas, FZEA/Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP.

⁴ Doutoranda em Engenharia de Sistemas Agrícolas, ESALQ-Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

⁵ Professora Associada do Departamento de Eng. de Biossistemas, FZEA/Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP.

⁶ Professora Associado do Departamento de Eng. de Biossistemas, FZEA/Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP.

Apresentado no
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

RESUMO: Avaliar a eficiência do uso da água pelos adubos verdes em cultivo protegido é importante para realizar um manejo adequado do sistema, otimizando os recursos hídricos e de fertilidade para o cultivo em sucessão. Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência do uso da água pelos adubos verdes em cultivo protegido. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três tratamentos (adubos verdes): *Canavalia ensiformis* (feijão-de-porco), *Crotalaria spectabilis* (crotalária-spectábilis) e *Dolichos lablab* (lablab), com oito repetições. Aos 108 dias após semeadura (DAS) foram avaliadas a produção de fitomassa seca e a eficiência do uso da água. A crotalária-spectábilis se destacou, apresentando resultados superiores aos demais adubos verdes, com a produção de 1,35 kg m⁻² de fitomassa seca e EUA de 1,98 kg m⁻³. Os resultados do feijão-de-porco e lablab foram semelhantes.

PALAVRAS-CHAVE: adubação verde, *Crotalaria spectabilis*, irrigação

WATER USE EFFICIENCY OF GREEN MANURES IN GREENHOUSE

RESUMO: Evaluating the water use efficiency of green manures in protected cultivation is important for proper management of the production system, optimizing water and fertility resources for successive crop cultivation. The objective of this study was to assess the water use efficiency of green manures in protected cultivation. The experimental design was randomized complete blocks with three treatments (green manures): *Canavalia ensiformis* (jack bean), *Crotalaria spectabilis* (showy crotalaria), and *Dolichos lablab* (lablab bean), with eight replications. At 108 days after sowing (DAS), dry biomass production and water use efficiency were evaluated. Showy crotalaria stood out in this experiment, surpassing the other treatments, with a dry biomass production of 1.35 kg m⁻² and water use efficiency of 1.98 kg m⁻³. The results for jack bean and lablab were similar.

PALAVRAS-CHAVE: *Crotalaria spectabilis*, green manuring, irrigation

INTRODUÇÃO: Na agricultura tem-se buscado maximizar os recursos disponíveis através de práticas alternativas, visando não somente ao aumento de produtividade, como outrora, mas também a busca de maior qualidade dos alimentos, conservação dos recursos naturais e a

minimização dos impactos ambientais. Com o crescente aumento do preço dos fertilizantes, práticas biológicas de reciclagem e incremento de nutrientes, como a adubação verde, são essenciais. A adubação verde é a prática agrícola conservacionista de cultivo de plantas com a finalidade de cobertura ou incorporação no solo, contribuindo para a proteção, retenção de água, redução da temperatura, ou seja, proporcionando melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo, e controle das plantas espontâneas (MASSAD et al., 2014; PERIN et al., 2010; TEODORO et al., 2011). Os efeitos produzidos pela adubação verde nas propriedades do solo são variáveis, dependendo da espécie utilizada, do manejo dado à biomassa, da época de plantio e o corte do adubo verde, do tempo de permanência dos resíduos no solo, das condições edafoclimáticas locais e da interação entre esses fatores (LIMA FILHO et al., 2014). Dentre as espécies mais utilizadas estão as fabáceas (leguminosas), devido à fixação biológica de nitrogênio, (WUTKE; CALEGARI; WILDNER, 2014). Assim, a estimativa da produção de matéria seca destes adubos verdes e a determinação da eficiência do uso da água podem fornecer informações importantes para o conhecimento do comportamento dessas culturas em ambiente protegido, possibilitando que o produtor tome decisões seguras em relação aos investimentos futuros com práticas de adubação. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência do uso da água pelos adubos verdes em cultivo protegido.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido entre os meses de setembro/22 (17/09/22, semeadura dos adubos verdes) e janeiro/23 (03/01/23, corte e manejo dos adubos). O ambiente protegido consiste em uma estufa agrícola com 210 m² de área, pertencente ao laboratório de Tecnologia de Produção e Sanidade Vegetal, do Departamento de Engenharia de Biosistemas, na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, no município de Pirassununga-SP. O clima na região é do tipo Cwa (subtropical úmido) na classificação de Koppen, a temperatura média anual é de 20,8°C, com precipitação pluviométrica média anual de 1089 mm. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três tratamentos (adubos verdes), a saber: *Canavalia ensiformis* (feijão-de-porco), *Crotalaria spectabilis* (crotalária-spectabilis), e *Dolichos lablab* (lablab), com oito repetições. Cada parcela experimental foi constituída de uma caixa de fibra de vidro de 0,5 m de profundidade e 1,0 m² de área superficial. Os tratamentos foram individualizados por válvulas solenóides, uma para cada tratamento, operadas por painel controlador modelo Pro-C, marca Hunter® e moto-bomba. Na saída da bomba há um filtro de disco, para retenção de sólidos, e manômetros, para controle da pressão. Cada tratamento possui hidrômetro para controle do volume de água, além de regulador de pressão de 25 PSI. O manejo da irrigação é realizado, com base na determinação da umidade do solo, por tensiômetros instalados na parte central da parcela experimental, na profundidade de 0,20 m. A leitura de tensão é realizada por tensímetro digital e os valores de tensão são convertidos em umidade pela curva característica de retenção da água no solo, determinada por mesa de tensão e câmara de Richards, no Laboratório de Física do Solo do Departamento de Engenharia de Biosistemas/ESALQ/USP. A programação de irrigação é realizada por painel controlador e cada tratamento tem o volume de irrigação aplicado, registrado por hidrômetro. Os adubos verdes foram manejados aos 108 dias após a semeadura (DAS) das leguminosas, quando se encontravam em pleno florescimento, estes foram cortados rentes ao solo com auxílio de tesoura de poda (Figura 1).



FIGURA 1. Adubos verdes, manejo e fitomassa redistribuída nas parcelas.

A fitomassa foi pesada, triturada e em seguida redistribuída no solo, nas parcelas experimentais. No momento do manejo, duas plantas de adubo verde de cada tratamento foram coletadas, pesadas em balança analítica, levadas à estufa de secagem com ventilação forçada de ar a 65°C até estabilizar o peso, e posteriormente pesadas para determinação da matéria seca. A eficiência no uso da água (EUA) foi obtida pela relação entre a produção de fitomassa seca (kg m^{-2}) e a lâmina total de irrigação (m^{-3}). Os dados foram submetidos a análise de variância (Anova) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), utilizando o software estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2019). Os dados de EUA foram transformados em $\log(x)$ visando atender as pressuposições do modelo matemático.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) foi superior para crotalária-spectabilis ($1,35 \text{ Kg m}^{-2}$), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos (Tabela 1). A produção média de matéria seca para os adubos verdes feijão-de-porco e lablab estão entre: ($0,5$ e $0,8 \text{ Kg m}^{-2}$) e ($0,5$ a $0,9 \text{ Kg m}^{-2}$) respectivamente (LIMA FILHO et al., 2023). Observou-se durante o cultivo dos adubos verdes um ataque severo de pulgões às plantas de feijão-de-porco e lablab, o que possivelmente comprometeu o desenvolvimento destas espécies.

TABELA 1. Produção de fitomassa seca dos adubos verdes, lâmina de irrigação aplicada e eficiência do uso da água (EUA) pelos adubos verdes.

Adubo Verde	Fitomassa Seca kg m^{-2}	Lâmina mm	EUA* kg m^{-3}
Feijão-de-porco	0,50 b	459	1,10 b
Crotalária-spectabilis	1,35 a	680	1,98 a
Lablab	0,65 b	458	1,44 b
C.V. (%)	18,31		13,49

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Embora a demanda hídrica (lâmina aplicada de 680 mm) tenha ocorrido para a crotalária-spectabilis, a mesma foi mais eficiente no uso da água (EUA) porque produziu maior quantidade de fitomassa seca. O EUA para a crotalária-spectabilis foi de $1,98 \text{ kg m}^{-3}$, superior ao lablab ($\text{EUA} = 1,44 \text{ kg m}^{-3}$) e ao feijão-de-porco ($\text{EUA} = 1,10 \text{ kg m}^{-3}$).

CONCLUSÕES: O adubo verde que apresentou maior eficiência do uso da água (EUA) foi a crotalária-spectabilis, sendo um excelente adubo verde para cultivos protegidos. No entanto, as produções de fitomassa do feijão-de-porco e lablab e o EUA por estes adubos verdes também foram satisfatórios.

AGRADECIMENTOS: A CAPES pela concessão da bolsa de doutorado da primeira autora. À empresa Piraí sementes, pela doação das sementes de adubos verdes.

REFERÊNCIAS:

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2019. LIMA FILHO, O. F. d. et al. Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. [S.l.]: Embrapa, 2014.

LIMA FILHO, O. F. d. et al. Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. [S.l.]: Brasília, DF: Embrapa, 2014.

LIMA FILHO, O. F. d. et al. Adubação de verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. 2.ed. rev. atual. – Brasília, DF: Embrapa, 2023.

MASSAD, M.D.; OLIVEIRA, F.L de.; Fávero, C.; DUTRA, T.R.; QUARESMA, M.A.L. Desempenho de milho verde em sucessão a adubação verde com crotalária, submetido a doses crescentes de esterco bovino, na caatinga mineira. *Magistra*, v.26, p. 322-332, 2014.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; CABALLERO, S. S. U. et al. Acúmulo e liberação de P, K, Ca e Mg em crotalária e milho solteiros e consorciados. *Revista Ceres*, 57:274-28, 2010.

TEODORO, R. B., OLIVEIRA, F. L., SILVA, D. M. N., FAVERO, C., QUARESMA, M. A. L. Aspectos Agronômicos de Leguminosas para Adubação Verde no Cerrado do Alto Vale do Jequitinhonha. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.35, p.635 - 643, 2011.

WUTKE, E. A.; CALEGARI, A; WILDNER, L.P. Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para seu uso. In: LIMA FILHO, O. F. de et al (Ed.). Adubação Verde e Plantas de Cobertura no Brasil: Fundamentos e Prática. Brasília: Embrapa, 2014. Cap 2. p.21-36.